<36700062880017
<36700062880017
Bayer. Staatsbibliothek

Jg. 1764 i

Physic gen. ~~404~~
208

Physica. Systemata & methodi
183.

R

Anfangsgründe
der
Naturlehre

von

Wencesl. Joh. Guſtav Karſten

weiland
der Philoſophie Doctor,
Hofrath und Profeſſor der Mathematik
und Naturlehre
auf der Univerſität zu Halle,
der Churfürſtlichen Academie der Wiſſenſchaften
zu München, der Holländiſchen Geſellſchaft der
Wiſſenſchaften zu Harlem, und der Königlichen
Däniſchen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Coppenhagen, auch der Leipziger öconomiſchen
Geſellſchaft Mitglied

---

mit Anmerkungen vermehrt
herausgegeben
von

D. Friedrich Albrecht Carl Gren
Profeſſor zu Halle.

Halle im Magdeburgiſchen,
in der Rengeriſchen Buchhandlung,
1790.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Es iſt lange gewöhnlich geweſen, daß man in den Handbüchern der Naturlehre nur unter einem andern Namen faſt alles daſſelbe vorträgt, was auch ſonſt in den Lehrbüchern der angewandten Mathematik abgehandelt werden muß; und es ſcheint nicht, daß man bisher darauf Bedacht genommen habe, dieſe eben nicht ganz zweckmäßige Einrichtung der Lehrbücher von der Naturlehre zu ändern. Vielleicht iſt es möglich, nach und nach dahin zu gelangen, daß einem Lehrbuch der Naturlehre entweder völlig, oder doch gröſtentheils nur ſolche Lehren vorbehalten werden, die der Wiſſenſchaft eigenthümlich ſind; wenn es gleich freylich noch ſeine eigenen Schwierigkeiten haben mögte. Nach Abſonderung alles deſſen, was auch unter dem Namen der Mathematik abgehandelt wird,

würde auſſer den Lehren vom Feuer, von der Electricität, vom Magnet, und einigen wenigen andern, der Naturlehre nichts übrig bleiben. Auf der andern Seite ſcheint es faſt, als wenn die Naturgeſchichte und Chymie, als Töchter der Naturlehre, der Mutter zu viel wirklich nützliches und intereſſantes entzogen haben, und daß den kurzen Handbüchern von der Naturlehre jener Verluſt durch das Mathematiſche ſehr unvollkommen ſey erſetzt worden. So nützlich ſonſt das Mathematiſche an ſich iſt; ſo wenig Nutzen kann es doch bringen, wenn es mangelhaft und unrichtig vorgetragen wird. Dieſerwegen bin ich ſchon ſeit einiger Zeit ſehr geneigt geweſen, einmal den Verſuch mit einem Handbuch der Naturlehre zu machen, welches gar keine angewandte Mathematik, ſondern nur das eigenthümliche der Naturlehre enthalten ſollte: alsdenn aber würde ich viele von den allgemeinen Lehren, welche man gewöhnlich nur in den Lehrbüchern der Naturgeſchichte abhandelt, und den größten Theil deſſen, was Herr Maquer in ſeinen Anfangsgründen der theoretiſchen Chymie

vor=

vorträgt, als etwas, das eigentlich der Naturlehre gehöre, angeſehen haben. Weil ich aber fürchten mußte, daß eine ſolche Einrichtung eines Lehrbuches der Naturlehre, weil ſie noch nicht gewöhnlich iſt, keinen Beyfall finden möchte; ſo bin ich in der Hauptſache bey dem, was nun einmal gewöhnlich iſt, geblieben. Vielleicht hätte ich das Mathematiſche noch mehr abſondern können: ich wollte aber von dem Phyſiſchmathematiſchen, ſo weit man es in andern kurzen Handbüchern findet, nicht gern etwas weglaſſen. Bey demjenigen, was hier nicht vollſtändig abgehandelt werden konnte, habe ich aus meinen mathematiſchen Lehrbüchern die dahin gehörigen Stellen angeführt, welche umſtändlicher davon handeln. Weil nicht jeder Liebhaber der Mathematik und Naturlehre das ganze Werk, welches unter dem Titel des **Lehrbegriffes der geſamten Mathematik** in mehrern Bänden nach einander erſchienen iſt, möchte nutzen können; ſo ward ich bey der neuen Auflage des erſten Theils veranlaſſet, einen kurzen Lehrbegriff der mechaniſchen Wiſſenſchaften auszuarbeiten,

welcher unter dem Titel: der neuen Auflage des erſten Theils zweyter Band, vor zwey Jahren iſt gedruckt worden. Ich habe auch die optiſchen Wiſſenſchaften eben ſo in einen kurzen Lehrbegriff gebracht, und dieſes mehr ins kurze gezogene Werk iſt von dem größern Lehrbegriff der geſamten Mathematik nun abgeſondert unter dem beſondern Titel: Anfangsgründe der Mathematiſchen Wiſſenſchaften, in den Buchläden zu haben. In dem gegenwärtigen Handbuche der Naturlehre habe ich eben dieſe Nachricht im 142. §. ertheilen müſſen, weil auf den erſten Bogen der 2te Band noch einigemal unter dem vorigen Titel angeführt iſt. Mir war die Entſchlieſſung des Herrn Verlegers darüber noch nicht bekannt, als dieſe Bogen gedruckt wurden. Wenn ich die wenigen Rechnungen und geometriſch geführten Beweiſe, welche hauptſächlich nur in der erſten Hälfte des Buchs vorkommen, ganz weggelaſſen hätte, ſo wäre dies Handbuch ſolchen Liebhabern der Naturlehre, die auch das Phyſiſchmathematiſche kennen zu lernen wünſchen, weniger

nütz=

nützlich geworden: ich wollte aber gern ſo viel möglich allen Arten von Leſern und Zuhörern nützlich ſeyn. Das Rechnen und Zeichnen nimmt beym mündlichen Vortrage viele Zeit weg, und es unterhält auch diejenigen Zuhörer nicht nach Wunſch, welche ſich aus der Mathematik die nöthigen Vorkenntniſſe nicht geſammlet haben. Andre, die in der Mathematik geübt ſind, können für ſich nachrechnen, auch einen völlig aus einander geſetzten Beweis für ſich durchdenken. Um deßwillen rechne ich beym mündlichen Vortrage nicht alles nach, wovon im Buch die Reſultate ſtehen, und zeige auch bey den im Buch umſtändlich aus einander geſetzten Beweiſen mündlich nur kurz, worauf der Beweis hauptſächlich ankommt. Auf ſolche Art erſpare ich Zeit genug zu den Verſuchen, welche beym Vortrage der Naturlehre den meiſten Zuhörern die angenehmſten ſind.

Wer in einem Handbuch der Naturlehre allerley künſtlich erſonnene Hypotheſen erwartet, der wird durch meinen Vortrag nicht ſehr befriediget werden. Ich habe geglaubt, daß

meine künftigen Leſer und Zuhörer mit mir wünſchen werden, die Natur ſo kennen zu lernen, wie ſie wirklich iſt, nicht aber ſo, wie dieſer oder jener Schriftſteller geglaubt hat, daß ſie beſchaffen ſey. „Ins Innere der Natur dringt kein erſchaffener Geiſt.“ Wer ſich deſſen zu beſcheiden weiß, der wird gern zufrieden ſeyn, wenn er nur einſehen lernt, wie weniger bekannte Naturbegebenheiten mit andern mehr bekannten zuſammen hängen, wenn er gleich die erſten Urſachen nicht kennen lernen kann. Aus dem Verzeichniſſe des Inhalts, welcher nach dieſer Vorrede folgt, wird man den Plan, nach welchem ich gearbeitet habe, gröſtentheils überſehen können: auch iſt es aus meinen mathematiſchen Lehrbüchern ſchon bekannt, wie ich das Phyſiſchmathematiſche zu behandeln gewohnt bin, alſo kann ich mich darauf kurz beziehen. Obgleich die Lehren vom Schall und den Tönen, ſo wie die vom Licht und den Farben, mit dem Mathematiſchen ſo ſehr verwickelt ſind, daß es ſich durchaus nicht davon trennen läſſet; ſo iſt es doch gewöhnlich, in

den

den Handbüchern der Naturlehre etwas davon zu ſagen, es ſey auch ſo unvollkommen als es wolle. Ich habe geſucht, ſoviele Vollſtändigkeit zu erreichen, als die unumgänglich nothwendige Kürze des Vortrags zuließ. Was ich von der muſikaliſchen Berechnung der Töne auf einem einzigen Bogen vorgetragen habe, wird wie ich glaube, dieſe Sache beſſer ins Licht ſetzen, als man ſie aus manchen gröſſern Schriften von der theoretiſchen Muſik lernen dürfte. Das Auge und was beym Sehen darin vorgeht, wird in den phyſiſchen Handbüchern gewöhnlich kurz beſchrieben: alſo glaubte ich, daß eine ähnliche kurze Beſchreibung vom innern Bau des Ohrs, und was beym Hören darin vorgehet, dem angehenden Naturforſcher nicht weniger angenehm und nützlich ſeyn werde. Wer den groſſen Umfang der optiſchen Wiſſenſchaften kennet, den wird es nicht befremden, wenn ich hier nur Reſultate von den dahin gehörigen Unterſuchungen habe erzählen können: mehr Belehrung wird man im 3ten Bande meiner Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſ-

ſenſchaften finden. Mein Vortrag in der Lehre vom Feuer, wobey ich die neueſten hieher gehörigen Entdeckungen zu nutzen geſucht habe, wird hoffentlich mehr befriedigen, als ehemalige erkünſtelte Theorien befriedigen konnten. Die Gründe der Theorie von den Geſetzen der Erwärmung und Erkältung, auch andre allgemeine pyrometriſche Grundbegriffe wünſchte ich wenigſtens ſo weit vollſtändig zu erklären, daß man daraus ſollte lernen können, worauf es auch bey dieſen Unterſuchungen ankommt: um deßwillen glaubte ich, daß es vornemlich nöthig ſey, eine hinlänglich vollſtändige Beſchreibung vom Luftthermometer zu geben, welches unter ſo vielen unnöthigerweiſe angegebenen Thermometern immer noch am wenigſten bekannt iſt, da es doch am meiſten bekannt zu ſeyn verdiente.

Die neuen Unterſuchungen über die mancherley Luftarten, welche bey den Auflöſungen und Gährungen, beym Verbrennen und Verkalken aus mancherley Maſſen entbunden werden, ſchienen mir ſo ſehr wichtig, daß ich glaubte, eine nähere Beſchreibung der dahin

gehö-

gehörigen Verſuche müſſe in einem Lehrbuch der Naturlehre nicht weiter vermiſſet werden. So wie man bisher Naturlehre und Chymie getrennt hat, möchten dieſe Verſuche freylich mehr zur Chymie, als zur Naturlehre gehören: allein ich weiß nicht, wenn man das Phyſiſchmathematiſche ausnimmt, ob die Naturlehre der Hülfe der Chymie entbehren könne. Bey genauer Prüfung dürfte die Theorie vom Feuer mehr chymiſch als phyſiſch ſeyn, und es wird doch in allen phyſiſchen Lehrbüchern vom Feuer gehandet. Der Phosphorus und Pyrophorus ſind chymiſche Producte: alle phyſiſche Schriftſteller erwähnen derſelben bey der Lehre vom Feuer, und jeder macht ſich eine Theorie, um die Erſcheinungen daraus zu erklären, die der Phosphorus und Pyrophorus darſtellen. Zum Theil ſind ſie aber auch nichts anders, als ſinnreiche Spielwerke. Einige von den Verſuchen, welche die künſtlichen Luftarten zu entbinden, oder wenigſtens zum Theil ihre Wirkungen darzuſtellen dienen, hat man auch ſonſt ſchon als phyſiſche angeſehen. Man

erinnere ſich an die Verſuche mit dem in Vitriolöl aufgelöſeten Eiſen wegen der damit verbundenen Erhitzung, und wegen der Entzündbarkeit der dabey erzeugten Dämpfe, wie man es ſich ſonſt noch vorſtellte; ferner an die Verſuche über die Schädlichkeit der durch Kohlendämpfe angeſteckten Luft, auch über den Erfolg verſchiedener chymiſcher Vermiſchungen, beſonders des Salpetergeiſtes und einiger ätheriſchen Oele. Im Grunde dienten ſonſt manche dieſer Verſuche mehr zur Beluſtigung als zur Aufklärung nützlicher phyſiſcher Theorien: allein die Art, wie man ſeit einigen Jahren dergleichen Verſuche angeſtellet hat, nachdem anfangs Herr Black und nachher beſonders Herr Prieſtley, alle Chymiſten und Naturforſcher darauf aufmerkſam gemacht hatte, läſſet weit mehr wirklichen Nutzen, und ſehr erhebliche Entdeckungen zur Aufklärung ſehr vieler Naturbegebenheiten hoffen. Man kann freylich erinnern, daß dieſe Verſuche beym Vortrage der Experimentalphyſik um deßwillen nicht füglich dürften angeſtellet werden können, weil nicht allein ei-

gene

gene chymiſche Geräthſchaft, ſondern auch ein eigenes nach Art eines chymiſchen Laboratorii eingerichtetes Zimmer dazu gehöre. Allein ich denke eben nicht, daß beym Vortrage des phyſiſchen Curſes die Anſtellung aller hieher gehörigen Verſuche nothwendig ſey; es werden allemal einige davon genügen, um die Liebhaber der Naturlehre auf die ganze Sache aufmerkſam zu machen: die ganz vollſtändige Behandlung aller Verſuche bleibt dem Chymiſten vorbehalten.

Beym Vortrage der Lehren von der Electricität und vom Magnet wird man, wie ich hoffe, nichts weſentliches vermiſſen. Eine weitläuftige Beſchreibung vieler Verſuche, wovon man den Erfolg leicht vorherſehen kann, wenn man die Hauptſache ſchon weiß, worauf es allemal ankommt, ſchien mir ganz unnöthig. Der groſſen Menge neuer Verſuche mit dem Electrophor ungeachtet ſcheint es doch nicht, daß dadurch die Lehren von den electriſchen Erſcheinungen eben mehr wären ins Licht geſetzt worden. Des Meßmerſchen thieriſchen Magnetismus habe ich wenigſtens erweh-

erwehnen wollen, ob man gleich ſeit einiger Zeit nichts weiter von demjenigen erfahren hat, was Hr. Meßmer vermittelſt des thieriſchen Magnetismus will geleiſtet haben. Mehrere theils ſchriftlich theils mündlich mir zugekommene Nachrichten, die ich für glaubwürdig halten muß, kommen darin überein, daß Hr. Meßmer das alles geleiſtet habe, wovon man die umſtändlichere Erzählung in der Sammlung hieher gehöriger kleiner Schriften findet, welche ich im 523. §. angeführet habe. Zum Beſchluß dieſes meines phyſiſchen Handbuches habe ich, wie es gewöhnlich iſt, einige allgemeine Lehren vom Weltgebäude im Ganzen vorgetragen: nur muſte alles, was Rechnungen erfodert, und von geometriſchen Theorien abhängt, der Aſtronomie vorbehalten bleiben. Halle im Auguſt des Jahrs 1780.

W. J. G. Karſten.

Vorrede
des Herausgebers.

Seit einem Jahrzehend, da die erſte Auflage dieſes Handbuchs erſchien, ſind ſo mancherley Erweiterungen, Berichtigungen und neue Entdeckungen in dem Gebiete der Naturlehre gemacht worden, daß ein unveränderter Abdruck des Werks den Bedürfniſſen nicht mehr entſprechend ſchien. Die Verlagshandlung trug mir daher auf, die neuern wiſſenswerthen Entdeckungen bey dieſer zweyten Auflage gehörig einzuſchalten, und ſo das Werk für die jetzigen Liebhaber brauchbarer zu machen. Die vom ſel. Verfaſſer ſpäter beſorgten Handbücher der Naturlehre, nämlich ſeine Anleitung zur Kenntniß der Natur, Halle 1783. und ſein kurzer Entwurf der Naturwiſſenſchaft, Halle 1785. 8. möchten zwar manchen glauben laſſen, daß eine neue Auflage des jetzigen Werks unnöthig ſey; allein jene Handbücher ſind nach einem Plane eingerichtet, der mehr eine phyſiſche Chemie, als eine Naturlehre,

dar-

darſtellt, und mehrere Liebhaber vermißten darin doch zu viel von dem phyſiſch-mathematiſchen Theile der in dem gegenwärtigen Handbuche nicht ausgelaſſen iſt. — Um den Preis des Werks nicht zu ſehr zu erhöhen, habe ich in meinen Zuſätzen die in einem Handbuche nothwendige compendiariſche Kürze nicht auſſer Acht gelaſſen, und an vielen Orten oft nur Fingerzeige für den Lehrer zur weitern Ausführung gegeben. In den Lehren von Wärme und Feuer, ſo wie bey der Electricität geſtattete es die Natur der Sache nicht, die neuern Entdeckungen und Berichtigungen als Zuſätze zu den einzelnen Paragraphen zu machen; die ich daher zu Ende der Abſchnitte im Zuſammenhange geliefert habe. — Um den Raum zu erſparen, habe ich manchen Paragraphen des Hrn. Verf., doch mit fortlaufenden Zahlen, als Anmerkungen drucken laſſen, die man von den meinigen durch das ausgelaſſene G. am Ende unterſcheiden wird. Halle, den 5. May 1790.

D. Fr. Albr. Carl Gren.

Inhalt.

Seite

Der I. Abſchnitt.

Erklärung einiger Grundbegriffe der Naturwiſſenſchaft. 1

Der II. Abſchnitt.

Von den Eigenſchaften des Schwerpuncts feſter Körper. 27

Der III. Abſchnitt.

Von den Geſetzen des freyen Falles der ſchweren Körper 43

Der IV. Abſchnitt.

Erklärung der Begriffe von der zuſammengeſetzten und relativen Bewegung auch von der Zuſammenſetzung der Kräfte, mit einigen Anwendungen. 60

Der V. Abſchnitt.

Von den Geſetzen der Schwungbewegung des einfachen und zuſammengeſetzten Pendels. 82

Der VI. Abſchnitt.

Von den Geſetzen des Stoßes feſter Maſſen an einander, und einigen andern damit verwandten Lehren. 102

Inhalt.

Seite

Der VII. Abſchnitt.

Erklärung einiger Geſetze des Gleichgewichts der ſchweren und unelaſtiſchen flüſſigen Maſſen. 142

Der VIII. Abſchnitt.

Vom Gleichgewicht der ſchweren flüſſigen Maſſen mit hineingetauchten feſten Körpern. 180

Der IX. Abſchnitt.

Von den Geſetzen des Gleichgewichts der ſchweren elaſtiſchen flüſſigen Maſſen. 225

Der X. Abſchnitt.

Vom Barometer und deſſen Gebrauch um die Federkraft der Luft zu meſſen. 243

Der XI. Abſchnitt.

Beſchreibung der Luftpumpe, und einiger Verſuche, welche die Elaſticität und Schwere der Luft beweiſen, 265

Der XII. Abſchnitt.

Fernere Verſuche mit der Luftpumpe, theils zur Beſtätigung der bisherigen Lehren; theils zur Aufklärung anderer Naturbegebenheiten 313

Der XIII. Abſchnitt.

Kurze Erklärung einiger Geſetze der Bewegung des des Waſſers, und der Geſetze des Stoßes flüſſiger und feſter Maſſen aneinander. 329

Der

Inhalt.

Seite

Der XIV. Abſchnitt.

Von einigen Bewegungen des Waſſers, welche der Druck der Luft verurſachet. 340

Der XV. Abſchnitt.

Von einigen beſondern Eigenſchaften der flüſſigen Maſſen, und beſonders dem Zuſammenhange ihrer Theilchen unter ſich und mit feſten Maſſen. 370

Der XVI. Abſchnitt.

Von einigen beſondern Eigenſchaften feſter Maſſen, und den Veränderungen, die ſie von der Wirkung flüſſiger Maſſen erleiden können. 390

Der XXII. Abſchnitt.

Gründe der Lehre vom Schall und den Tönen. 416

Der XVIII. Abſchnitt.

Vom Licht und den Farben 461

Der XIX. Abſchnitt.

Von der Wärme und Kälte, auch vom Thermometer und deſſen Gebrauch. 546

— Bemerkungen über den Wärmeſtoff und ſeine Bindung und Entbindung. 588

Der XX. Abſchnitt.

Vom Feuer und den Wirkungen deſſelben, auch vom einfachen Brennbaren in Verbindung mit dem Grundſtoff andrer Maſſen. 620

Inhalt.

Seite

— Anmerkungen und Zuſätze zu der Lehre vom Feuer und dem Brennſtoff 642

Der XXI. Abſchnitt.

Nähere Beſchreibung der merkwürdigſten von der atmoſphäriſchen Luft verſchiedenen luftartigen Maſſen. 677

Der XXII. Abſchnitt.

Von den electriſchen Erſcheinungen. 740

— Zuſätze zu der Lehre von den electriſchen Erſcheinungen. 806

Der XXIII. Abſchnitt.

Von den magnetiſchen Erſcheinungen. 823

Der XXIV. Abſchnitt.

Von den Lufterſcheinungen oder Meteoren 842

Der XXV. Abſchnitt.

Einige allgemeine Lehren vom Weltgebäude und von der allgemeinen Schwere. 869

An=

Anfangsgründe der Naturlehre.

Der I. Abſchnitt.

Erklärung einiger Grundbegriffe der Naturwiſſenſchaft.

1. §.

Ein jeder wirklich vorhandener Körper nimmt einen Raum ein, deſſen Geſtalt und Gröſſe man mit der Geſtalt und Gröſſe eines andern von dem vorigen verſchiedenen Körpers vergleichen kann, ohne daß es nöthig wäre, die Beſchaffenheit der Beſtandtheile, aus welchen die Körper zuſammengeſetzt ſind, dabey mit in Betrachtung zu ziehen. Wenn dagegen von den übrigen Eigenſchaften der Körper die Rede iſt, ſo müſſen die Beſtandtheile des Körpers ſelbſt von dem Raum, den ſie ausfüllen, unterſchieden werden. Dieſe Beſtandtheile machen die **Materie** oder die **Maſſe** des Körpers aus, und die Richtigkeit des Sprachgebrauchs erfodert, daß man die Bedeutung der Wörter: **Maſſe** und **Körper**, gehörig unterſcheide. Holz, Bley, Eiſen, ſind **Maſſen**, ein hölzerner, bleyerner oder eiſerner Würfel ſind **Körper**.

Ein jeder wirklich vorhandener Körper kann nicht anders gedacht werden, als daß er in einem Raume enthalten ſey, worin man Länge, Breite und Höhe von einander unterſcheiden kann, oder daß er ausgedehnt ſey. Dieſe Ausdehnung eines jeden Körpers aber iſt begränzt, und dieſe begränzte Ausdehnung heißt die Figur des Körpers. Außer der begränzten Ausdehnung gehört aber noch etwas zu dem Weſen des Körpers, welches verhindert, daß in einer und eben derſelben begränzten Ausdehnung mit dem Körper nicht noch etwas anderes außer dem Körper ſeyn könne. Dies Etwas nennen wir Materie, und jenes Phänomen, das ſie äußert, Undurchdringlichkeit. Materie iſt alſo das, was die begränzte Ausdehnung des Körpers undurchdringlich macht; denken wir uns nun aus dieſer begränzten Ausdehnung das weg, was ſie undurchdringlich macht, ſo entſteht der Begriff des leeren Raums. Er iſt alſo eine durchdringliche Ausdehnung. Materie und Körper müſſen freylich unterſchieden werden. Dieſer iſt eine undurchdringlich begränzte Ausdehnung, und jene iſt das, was dieſe Ausdehnung des Körpers undurchdringlich macht. — Aber Maſſe und Materie mögte ich doch nicht für gleichbedeutend nehmen, wie der Hr. V. hier und in der Folge immer thut; denn Maſſe heißt doch eigentlich die Menge der Materie, die in dem beſtimmten Raume des Körpers enthalten iſt; ſo wie die Größe dieſes Raums den Umfang oder Inbegriff (volumen) des Körpers beſtimmt. Jene bezeichnet alſo die reelle oder intenſive Größe des Körpers, dieſer ſeine ſcheinbare oder extenſive. G.

2. §.

Wenn die Beſtandtheile der Maſſe, woraus ein Körper zuſammengeſetzt iſt, den Raum nicht ganz ausfüllen, den der Körper einzunehmen

ſcheint;

ſcheint; ſo nennt man diejenigen Theile dieſes Raums **Zwiſchenräume**, welche entweder gar keine oder doch ſolche Beſtandtheile enthalten, die mit den übrigen nicht von einerley Art ſind. Bey einigen Maſſen ſind die Zwiſchenräume, mithin auch die materiellen Beſtandtheile durch den ganzen Raum der Maſſen ſo gleichförmig vertheilt, daß gleich groſſe Theile des Raums, durch den die Maſſe vertheilt iſt, gleichviele Beſtandtheile enthalten. Je mehr materielle Theile alsdenn in einerley Raum enthalten ſind, deſto **dichter** iſt die Maſſe, und man hat von der **Dichtigkeit** einer in allen ihren Theilen gleichartigen Maſſe einen beſtimmten Begriff, wenn man weiß, wieviele materielle Theile von ihr einen Raum von bekannter Gröſſe ausfüllen. Die **Dichtigkeit** des Goldes, des Bleyes, des Waſſers wäre bekannt, wenn man wüſte, wieviele Goldtheilchen, Bleytheilchen oder Waſſertheilchen, den Raum eines Cubicfuſſes oder Cubiczolles einnehmen.

Der Raum des Körpers für ſich gedacht muß als eine ſtetige Größe angeſehen werden. Wenn wir uns nun den Raum eben ſo mit Materie erfüllt denken, oder ſo, daß er in jedem Punkte ſeiner Ausdehnung Undurchdringlichkeit hat, ſo würden wir einen abſolut **dichten Körper** haben. Die Erfahrung aber, daß Bewegungen in der Welt geſchehen, und daß auch die dichteſten Körper, welche wir kennen, von andern Materien zum Theil noch durchdrungen werden können, überzeugt uns, daß die begränzte Ausdehnung eines Körpers nicht vollkommen mit Materie ausgefüllt ſeyn könne, oder daß die Materie des Körpers **Zwiſchenräume** habe. **Dichtigkeit** iſt nur

ein relativer Begriff, und bezeichnet die Verhältniſſe der Maſſen (§. 1. Anm.) bey gleichen Umfängen der Körper, oder der Umfänge bey gleichen Maſſen. Um daher die Dichtigkeit der Körper zu beſtimmen, müſſen wir die Dichtigkeit eines Körpers zur Einheit nehmen, und ein Körper heißt dichter als ein anderer, wenn er bey gleichem Umfange mehr materielle Theile hat als dieſer, oder bey gleicher Maſſe weniger Umfang beſitzt, als derſelbe; widrigenfalls iſt er lockerer Art. Körper von einerley Umfang verhalten ſich dieſemnach in ihren Dichtigkeiten, wie ihre Maſſen; und Körper von gleichen Maſſen verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt wie ihre Umfänge, oder: die Dichtigkeiten zweyer Körper verhalten ſich überhaupt wie die Quotienten der Maſſen durch die Umfänge derſelben. G.

3. §.

Soviel wir die materiellen Beſtandtheile der Körper kennen, können in eben den Stellen, welche ſie einnehmen, nicht zugleich andre von ihnen verſchiedene materielle Theile vorhanden ſeyn. In die **Zwiſchenräume** des Schwammes kann zwar Waſſer hineindringen, allein nicht in dieſelben Stellen, welche die Beſtandtheile des Schwammes ſelbſt einnehmen. Darum halten wir die körperlichen Maſſen für **undurchdringlich**.

4. §.

So kleine materielle Theile einer Maſſe, die wirklich im geometriſchen Sinne **Puncte** heiſſen könnten, giebt es vielleicht nicht: vielleicht ſind auch die letzten Theilchen, die ſchlechthin nicht weiter aus noch kleinern Theilchen zuſammengeſetzt ſind, im geometriſchen Sinne noch ausgedehnt.

dehnt. Indeſſen weiß man ſonſt, daß die Theilbarkeit der Körper ſehr weit gehe, und ſo ganz kleine Theilchen, deren Ausdehnung für uns nicht weiter merklich iſt, können hier **phyſiſche Puncte, Elementartheilchen**, heiſſen.

In Gedanken ſind freylich die Körper ins Unendliche theilbar; aber dies iſt auch nur Theilung des Raums, in welchem wir keinen Theil den kleinſten nennen können; die Materie beſteht aber aus reellen Theilen, und eine unendliche Anzahl derſelben in einem beſtimmten Raume wäre ein Widerſpruch. Daß indeſſen die Theilbarkeit der Materie ſehr weit gehe, beweiſen uns bey genauerer Unterſuchung mehrere Beyſpiele, wie z. B. die des Lichtes, der riechenden Ausflüſſe ꝛc. Ein Gran Gold kann beym Goldſchlagen nach Boyle zu 50 Quadratzollen ausgedehnt werden; wenn wir nun die Seite eines Zolles in 200 Theile theilen, welche ſichtbar ſind, ſo erhalten wir 200 . 200 = 40000 gleiche Quadrate, deren jeder $\frac{1}{200}$ eines Zolls oder $\frac{1}{20}$ einer Decimallinie zur Seite hat, die mit den Augen zu erkennen ſind. Da ferner 1 Gr. Gold zu 50 Quadratzollen ausgedehnt, und das Blattgold von 2 Seiten betrachtet werden kann, ſo ſind auch 2 . 50 . 40000 = 4 Millionen erkennbare Theile in einem Grane Gold. Noch weiter geht aber dieſe Theilung des Goldes bey der Vergoldung des Silbers; denn nach Reaumur wird bey der Verfertigung des Golddraths ein Cylinder von Silber, der 22 Zoll lang und 5 Linien dick iſt, mit einer Unze Gold vergoldet, und kann nach und nach zu einer Länge von 120 franz. Meilen oder 1,440000 Fuß ausgedehnt werden. Wenn wir für 1 Zoll des Draths wenigſtens 300 erkennbare Theile machen, ſo ſind in der Unze Gold 5184,000000 Theile ſichtbar zu machen. — Sonſt kann man auch durch einige leichte Verſuche an andern Subſtanzen

die große Theilbarkeit der Materie darthun. Man löſe 4 Gr. grünen Eiſenvitriol in 4 Kannen Regenwaſſer auf, und ſetze zu dieſer Auflöſung etwas von der geiſtigen Gallapfeltinctur; ſo wird die klare Auflöſung nach einiger Zeit ſchwarz werden. Dieſe Farbe rührt von dem Niederſchlagen des Eiſens her, der durch den zuſammenziehenden Stoff entſteht, und iſt in jedem kleinen Tropfen ſichtbar. Wenn wir nun den kleinen Tropfen zu einem halben Grane nehmen, die Kanne Waſſer aber 36 Unzen, und die Unze 480 Gran, oder 960 halbe Grane enthält; ſo wird folglich der Eiſengehalt von 4 Gran Eiſenvitriol, der nur 1 Gran beträgt, in 4 . 36 . 960 in 138240 leicht erkennbare Theile zerriſſen. Daß die ſchwarze Farbe aber vom Eiſen herrühre, kann man leicht durch den Zuſatz von etwas Vitriolſäure beweiſen, die ſie nach kurzer Zeit gänzlich verſchwinden macht, indem ſie das Eiſen auflößt. — Eben ſo kann man auch durch 1 Gr. Kupfer, das man in flüchtigem Laugenſalze aufgelößt hat, 2 Kannen Waſſer ſogleich durch und durch hellblau färben. G.

5. §.

Dieſe materiellen Beſtandtheile ſind ferner, ſoviel wir urtheilen können, gegen Ruhe und Bewegung gleichgültig. Daß die **Bewegung** in einer Veränderung des Orts beſtehe, die in einer gewiſſen Zeit erfolgt, weiß jedermann, und eben ſo auch, daß ein Körper **ruhe**, wenn er in einerley Stelle unverändert beharret. Jedes noch ſo kleine materielle Theilchen iſt einer ſolchen Bewegung fähig, und man kann den Weg, welchen ein ſolches materielles Element zurück leget, als eine geometriſche Linie betrachten, die **gerade** oder **krumm** ſeyn wird, nachdem das Element entweder

der beſtändig in einerley Richtung fortrückt, oder in jeder folgenden Stelle beym Fortrücken die vorige Richtung verläßt.

6. §.

Alle Elemente eines Körpers können auf eine ganz übereinſtimmige Art in Bewegung ſeyn; es kann aber auch die Bewegung verſchiedener Elemente des Körpers verſchieden ſeyn, wie wenn eine Kugel nicht allein vorwärts rückt, ſondern auch zugleich um ſich ſelbſt umläuft. Im erſten Fall kennt man die Bewegung eines jeden der übrigen Elemente, wenn nur alle Umſtände der Bewegung eines einzigen bekannt ſind. Wenn eine Kugel von einer Stelle zur andern fortrückt, ohne um ſich ſelbſt zu laufen, ſo bewegen ſich alle ihre materiellen Puncte eben ſo wie ſich ihr Mittelpunct bewegt. Kann man in einem ſolchen Fall angeben, von welcher Stelle die Bewegung des Mittelpuncts ihren Anfang nahm, von welcher Beſchaffenheit und wie groß der Weg ſey, den der Mittelpunct der Kugel zurück gelegt hat, und wieviele Zeit während der Bewegung verfloſſen ſey; ſo ſind das die vornehmſten Umſtände, worauf es bey einer jeden Bewegung vornemlich ankommt.

7. §.

Die Bewegung eines Puncts iſt **gleichförmig**, wenn derſelbe in gleichen Zeittheilen gleiche Wege zurück leget, und man hat alsdenn einen beſtimmten Begriff von der **Geſchwindigkeit** der

gleichförmigen Bewegung, wenn man weiß, wie groß der Weg ſey, der in einer gewiſſen bekannten Zeit zurück gelegt wird. So groß als dieſer Weg alsdenn in der erſten Zeitſecunde, oder Zeitminute iſt, ſo groß iſt er in jeder folgenden Secunde oder Minute. Wie nun ſolchergeſtalt die Geſchwindigkeit der gleichförmigen Bewegung unveränderlich dieſelbe bleibt, ſo iſt im Gegentheil die Geſchwindigkeit der ungleichförmigen Bewegung einer ſo beſtändigen Aenderung unterworfen, daß die in zweenen noch ſo klein angenommenen auf einander folgenden Zeittheilen zurück gelegten Wege allemahl ungleich ſind.

Geſchwindigkeit iſt auch ein relativer Begriff. Wir können von keiner Bewegung ſagen, wie geſchwind ſie ſey, ſondern nur wie viel ſie geſchwinder oder weniger geſchwind ſey, als eine andere; folglich muß man, um die Geſchwindigkeit zu beſtimmen, eine gewiſſe Zeit oder einen gewiſſen Raum zur Einheit machen, welche zur Vergleichung andrer Bewegung dient. Der Begriff der Geſchwindigkeit bezeichnet alſo den Raum, welchen ein Körper in einer zur Einheit angenommenen Zeit durchläuft, oder die Zeit, welche ein Körper braucht, um einen zur Einheit angenommenen Raum zu durchlaufen. Aus der Vergleichung des Raums und der Zeit fließen bey der gleichförmigen Bewegung folgende Sätze: 1) die Geſchwindigkeiten zweyer bewegten Körper C, c, verhalten ſich wie die Räume S, ſ, wenn die Zeiten T, t gleich ſind; 2) die Geſchwindigkeiten verhalten ſich verkehrt wie die Zeiten, wenn die Räume gleich ſind, oder $C : c = t : T$; und 3) die Geſchwindigkeiten zweyer Körper verhalten ſich überhaupt, wie die Producte der Räume in die verkehrt geſetzten Zeiten, oder

wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten; oder
$C:c = St : ſT = \frac{S}{T} : \frac{ſ}{t}$. G.

8. §.

Soviel wir urtheilen können, würde eine körperliche Maſſe ſich nie ſelbſt in Bewegung ſetzen, ſondern in dieſem Zuſtande der Ruhe unverändert beharren, wenn nicht ſonſt eine Urſache vorhanden wäre, die ſie in Bewegung ſetzte. Eine Maſſe aber, die einmahl in Bewegung iſt, würde auch in dieſem Zuſtande der Bewegung unverändert beharren, weder die Richtung der Bewegung, noch ihre Geſchwindigkeit würde ſich ändern, wenn nicht ſonſt eine Urſache vorhanden wäre, welche die Richtung der Bewegung, oder ihre Geſchwindigkeit, oder beydes zugleich änderte. Dieſe Gleichgültigkeit körperlicher Maſſen gegen Ruhe und Bewegung, nennt man ihre Trägheit: jede Urſache aber, welche den Zuſtand der Ruhe oder Bewegung einer Maſſe zu ändern ſtrebt, und vielleicht wirklich ändert, heißt hier eine **bewegende Kraft**.

9. §.

Ein Stein von mäſſiger Gröſſe, ein Stück Bley, oder ſonſt etwas dergleichen, wenn wir es mit der Hand unterſtützen, **drückt** gegen die Hand; wenn man die Hand ſinken läßt, ſo folgt der drückende Körper der Hand, und fällt gegen die Erde herab, wenn die Hand ganz unter demſelben weggezogen wird. Ein Körper, der die Hand nicht drückte, wenn er darauf gelegt wäre,

würde, ſoviel wir uns die Sache vorſtellen können, der Hand, wenn man ſie ſinken lieſſe, nicht folgen, er würde an eben dem Orte bleiben, wo er vorher war, auch wenn ihn ſonſt nichts unterſtützte. Ueberdem haben wir völlig Grund dafür zu halten, daß ein ſolcher Körper einen Tiſch, oder was ihn ſonſt unterſtützt, eben ſo **drücke**, wie er die Hand drückt, wenn er darauf liegt: auch iſt der Erfolg eben der, wenn man die Unterſtützung wegnimmt, der Körper fällt alsdenn gegen die Erde herab.

10. §.

Es muß eine Urſache geben, warum ein ſolcher Körper herab fällt, und nicht an ſeinem Ort bleibt; wenn er nicht gehalten wird, warum er vielmehr nach unten fällt, und nicht aufwärts ſteigt, oder ſich ſeitwärts fortbewegt. Eben die Urſache iſt es ohne Zweifel, die den Körper gegen die Unterſtützung **drückt**, ſo lange er gehalten wird. Dieſe Urſache, welche die Körper unterwärts drückt, ſo lange ſie unterſtützt ſind, und gegen die Erde bewegt, wenn es keine Unterſtützung hindert, ſtellen wir uns als eine bewegende Kraft vor, und nennen ſie die **Schwere**. **Alle Körper, mit welchen wir Verſuche anſtellen können, ſind ſchwer.** Das will ſagen: ſie drücken gegen das was ſie unterſtützt, und fallen gegen die Erde herab, wenn es keine Unterſtützung hindert.

Alle unſere Naturgeſetze gründen ſich auf analogiſche Erkenntniß, und wir beſtimmen ſie durch den

der

der geſunden Vernunft einleuchtenden Schluß, daß das, was in allen beobachteten Fällen wahr iſt, es auch in den nicht beobachteten ähnlichen Fällen ſeyn werde. Wir ſchließen alſo, daß, weil alle zu unterſuchenden Körper ſchwer befunden werden, auch diejenigen, mit denen wir keine unmittelbaren Verſuche anſtellen können, ſchwer ſeyn müſſen. Wenn aber nun auch alle Körper in der Welt ſchwer ſind; ſo folgt daraus doch nicht, daß alle materielle Theile derſelben ſchwer wären. Noch Niemand hat es vom Licht und vom Wärmeſtoff durch einen Verſuch erwieſen, (denn Boylens Experimente gelten hier gar nicht, wie ich unten erweiſen werde); es iſt alſo bloßer Glaube, daß Licht- und Wärmeſtoff ſchwer ſind. Da die Schwere keine nothwendige Eigenſchaft der Körper iſt; ſo iſt auch ihre Nichtallgemeinheit möglich; und ich behaupte daher gar nichts Ungereimtes, wenn ich mich im Folgenden darzuthun bemühen werde, daß Licht- und Wärmeſtoff nicht allein keine Schwerkraft, ſondern vielmehr grade das Gegentheil beſitzen. G.

11. §.

Der Druck eines ſchweren Körpers gegen das, was ihn unterſtützt, heißt ſein **Gewicht**, alſo iſt der Begriff von dem, was das Wort **Schwere** bezeichnet, nicht ganz einerley mit der Vorſtellung, die man ſich von dem **Gewicht** eines Körpers zu machen hat. Die **Schwere** iſt eine bewegende Kraft, welche die Körper gegen die Erde zu bewegen ſtrebt: **Druck** gegen das, was dieſe Bewegung hindert, oder wirkliche Bewegung, wenn nichts im Wege iſt, ſind ſoviel wir urtheilen können, einerley Wirkung der Schwere, die nur auf verſchiedene Art in die Sinne fällt. Man nennt auch wohl die ſchwe-

ſchweren Körper ſelbſt **Gewichte**, wenn man bey denſelben nichts weiter, als die beſtimmte Gröſſe des Drucks betrachtet, dem dasjenige ausgeſetzt iſt, was einen ſolchen Körper herab zu fallen hindert.

12. §.

Gleichgroſſe Körper aus einerley gleichförmig dichten Maſſe, ein Paar gleich groſſe Stücken Bley, Silber, Eiſen, u. ſ. f. drücken, wenn ſie unterſtützt ſind, das was ſie trägt gleich ſtark. Weil nun gleich groſſe Körper dieſer Art aus gleichvieler Maſſe beſtehen, ſo hat man Grund, den allgemeinen Satz anzunehmen: Körper, die aus gleichvieler Maſſe beſtehen, **haben gleiches Gewicht.** Hiebey kommt es nicht auf die Gröſſe des Raums an, durch welchen die Maſſe ausgebreitet iſt, ſondern auf die Menge der materiellen Theile. Wenn dieſe in zweenen der Gröſſe nach verſchiedenen Körpern einerley iſt, ſo ſind der ungleichen Gröſſe ungeachtet dennoch ihre Gewichte gleich.

Nur dann, wenn es erwieſen wäre, daß alle Materie ſchwer iſt, könnten wir ſagen: daß Körper von gleicher Maſſe, d. h. von gleicher Menge der Materie, gleichviel Gewicht haben. Giebt es aber abſolut leichte, oder negativ ſchwere Stoffe; ſo müſſen dieſe durch ihren Beytritt die Summe der andern ſchweren Theile, mit denen ſie vereinigt ſind, eben ſo vermindern, als das Negative das Poſitive vermindert; folglich wird ſich das Gewicht der Körper nicht, wie die Menge der Materie verhalten — und ſo wird freylich die gewöhnliche Schätzung der

Maſſen

Maſſen übern Haufen geworfen. Indeſſen kann und darf der Sprachgebrauch des gemeinen Lebens den Gang wiſſenſchaftlicher Unterſuchungen nicht hemmen, oder ihm Feſſeln anlegen. G.

13. §.

Doppelt ſoviele Maſſe, drey- vier- fünfmahl ſoviele Maſſe hat alſo doppelt oder drey- vier- fünfmahl ſoviel Gewicht, als die einfache Maſſe. Wenn dieſe Maſſe überdem in allen ihren Theilen gleichartig und von gleichförmiger Dichtigkeit iſt; ſo füllt auch doppelt ſoviel Maſſe, oder die drey- vier- fünffache Maſſe, doppelt, oder drey- vier- fünfmahl ſoviel Raum, als die einfache Maſſe. Daraus folgt, daß das Gewicht eines kleinern Körpers im Gewicht eines gröſſeren, der mit dem vorigen aus einerley gleichartigen Maſſe beſteht, ſovielmahl enthalten ſey, als die Gröſſe des Raums, den der kleinere Körper einnimmt, in der Gröſſe des Raums, den der gröſſere einnimmt. Zwey Cubiczoll Gold, Silber, Queckſilber, Waſſer, haben doppelt ſoviel Gewicht, als ein Cubiczoll Gold, Silber, Queckſilber oder Waſſer.

14. §

Wenn man angeben könnte, wieviele Elementartheilchen einer gleichartigen Maſſe den Raum eines Cubicfuſſes oder Cubiczolles ausfüllen, ſo würde das ein Hülfsmittel werden, die Dichtigkeit einer Maſſe mit der Dichtigkeit einer Maſſe von andrer Art zu vergleichen. Wüſte man daß ein Cubiczoll Waſſer 1 Million materieller Beſtandtheile, und ein Cubiczoll Queckſilber

14 Millionen materieller Beſtandtheile enthielte, ſo wüſte man auch, daß Queckſilber 14 mahl dichter als Waſſer ſey. Zählen kann man aber die Elementartheilchen nicht: alſo bedarf es eines andern Hülfsmittels, wenn man die Dichtigkeit einer Maſſe mit der Dichtigkeit einer andern vergleichen will. Weil nun doppelt ſoviele Maſſe doppelt ſoviel Gewicht hat, als die einfache Menge; ſo erwächſt daraus ein Hülfsmittel, die Dichtigkeit verſchiedener Maſſen zu vergleichen. Wenn ein Cubiczoll Queckſilber ein 14mahl gröſſeres Gewicht hat, als ein Cubiczoll Waſſer, ſo iſt Queckſilber 14mahl dichter als Waſſer.

15. §.

Im gemeinen Leben ſind die Redensarten nicht ungewöhnlich: Gold iſt ſchwerer als Silber, Queckſilber iſt ſchwerer als Waſſer. Die Meinung iſt alsdenn dieſe, jedes Stück Gold ſey ſchwerer, als ein eben ſo groſſes Stück Silber; jede Menge Queckſilber ſey ſchwerer, als eine eben ſo groſſe Menge Waſſer. Man ſiehet leicht, wenn Queckſilber 14mahl dichter als Waſſer iſt, daß es auch 14mahl ſchwerer ſeyn müſſe, und umgekehrt. Wenn es alſo darauf ankommt, die Dichtigkeit einer Maſſe mit der Dichtigkeit einer Maſſe von andrer Art zu vergleichen; ſo wird nur erfordert, daß man wiſſe, wie ſchwer ein Stück von jeder Art ſey, das den Raum eines Cubiczolles oder Cubicfuſſes ausfüllt. Sovielmahl das Gewicht des leichtern im Gewicht des ſchwerern enthalten

iſt,

iſt, ſovielmahl iſt die ſchwerere Maſſe dichter als die leichtere. Man braucht auch wohl den Ausdruck: **ſpecifiſches** oder **eigenthümliches Gewicht** einer Maſſe, wenn man das Gewicht einer ſolchen Menge davon, die den Raum eines Cubicfuſſes oder Cubiczolles ausfüllet, mit dem Gewicht einer eben ſo groſſen Menge einer Maſſe von andrer Art vergleicht.

16. §.

Wir empfinden nicht allein **Druck**, wenn wir einen ſchweren Körper mit der Hand unterſtützen, ſondern auch in andern Fällen. Ein Stück Metall, ein Stück Holz von mäſſiger Gröſſe, das etwa auf einem Tiſch liegt, kann man mit dem Finger fortſchieben, wenn man mit demſelben dagegen **drückt**; zugleich aber empfindet man auch **Gegendruck**. Dies kann nicht unmittelbar von der Schwere herrühren, weil der Körper unterſtützt iſt, und die Wirkung der Schwere dadurch aufgehoben wird, obgleich die Schwere auf andre Art einigen Antheil daran hat. Dem ſey indeſſen wie ihm wolle, hier kommt es jetzt nur auf den Umſtand an, daß ein **Druck** des Fingers oder der Hand einen Körper in Bewegung ſetzt, und daß wir uns dieſen Druck auch als eine bewegende Kraft vorſtellen können. Ferner iſt dabey merkwürdig, daß der ganze Körper in Bewegung kommt, wenn gleich der Finger nur gegen einige ſeiner Beſtandtheile drückt. Alle Theile des ganzen Körpers kommen in Bewegung,

wegung, wenn gleich nur einige davon unmittelbar dem Druck ausgeſetzt ſind, und alle Theile behalten nach wie vor ihre Lage und Verbindung unter einander. Wenn es ein trockener Sandhaufen wäre, wogegen der Finger drückte, ſo würde derſelbe nur einen Theil des Sandes, nicht aber alle dazu gehörige Körner zugleich mit fortſchieben. Beym Waſſer und andern Maſſen, die wir flüſſige nennen und von feſten Maſſen unterſcheiden, zeigen ſich einigermaſſen ähnliche Erſcheinungen, wie beym trockenen Sande: jedoch mit dem Unterſchied, daß man Waſſer nicht ſo, wie Sand, auf einander häufen kann.

Nicht bloß der geringe Grad des Zuſammenhanges beſtimmt Flüſſigkeit, ſondern es gehört auch noch dazu, daß das Ganze ein zuſammenhängendes Aggregat ausmache, und auch ſo dem Auge erſcheine; und nur hierdurch läßt ſich ein wirklich flüſſiger Körper von einem Haufen Sand, oder einem feinen Pulver ꝛc. unterſcheiden. G.

17. §.

Eine Maſſe nennen wir ſo lange eine feſte Maſſe, als die Verbindung ihrer Beſtandtheile unter einander nicht aufgehoben wird, wenn gleich dieſe Theile dem Druck ſolcher Kräfte ausgeſetzt ſind, welche die Verbindung und Lage der Theile zu ändern ſtreben. Eine ſolche feſte Maſſe iſt deſto härter, je ſtärker ein äuſſerer Druck ſeyn muß, der ihre Figur auch nur um ein geringes ändert: im Gegentheil iſt eine Maſſe in ſo weit biegſam oder weich, in wie weit durch einen äuſ-

äuſſern Druck ihre Figur verändert, die Maſſe ſelbſt vielleicht auch in einen engern Raum gebracht, oder in einen gröſſern Raum ausgedehnt werden kann. Von dem letztern Erfolg hat man auch bey flüſſigen Maſſen Beiſpiele.

Gewöhnlich verwechſelt man Härte mit Feſtigkeit. Ein flüſſiger Körper kann ſehr gut recht hart ſeyn, und alle tropfbar-flüſſige ſind es auch. G.

18. §.

Unter den Maſſen der letztern Art, die von einem äuſſern Druck in einen engern Raum gebracht, oder ſonſt in Anſehung ihrer Figur geändert werden können, giebt es ſolche, die nicht allein einen Gegendruck äuſſern, ſondern auch ihre vorige Figur völlig oder nur zum Theil wieder herſtellen, wenn der äuſſere Druck nachläßt. Dieſe heiſſen elaſtiſche, und wenn es feſte Maſſen ſind, federharte Maſſen. Man ſchreibt ihnen eine vollkommene oder unvollkommene **Elaſticität, Schnellkraft,** oder **Federkraft** zu, nachdem ſie ihre Figur völlig oder zum Theil wieder annehmen. Vermöge der Erfahrung wird die Federkraft eines Körpers, deſſen Maſſe elaſtiſch iſt, deſto gröſſer, je mehr ſeine Theile zuſammengedrückt, oder ſonſt in ihrer Lage gegen einander geändert werden. Demnach kann nicht jeder Druck in der Figur eines elaſtiſchen Körpers einerley Veränderung hervorbringen. Wenn nemlich die Theile ſo weit zuſammengedrückt, oder ſonſt in ihrer Lage verändert ſind,

bis der elaſtiſche Körper der äuſſeren Kraft einen eben ſo ſtarken Druck entgegen ſetzet, ſo bleibt alles in Ruhe.

Eigentlich müſſen wir zwey Arten der Elaſticität bey den Körpern unterſcheiden, eine, die ſich durch Wiederausdehnung, und eine andere, die ſich durch Wiederzuſammenziehung der veränderten Figur äußert, von jener geben die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, von dieſer das Federharz, eine Uhrfeder, ꝛc. Beyſpiele. Der Elaſticität wird Sprödigkeit gemeiniglich entgegengeſetzt, die aber doch eben ſo gut als das Extrem der Elaſticität angeſehen werden kann. G.

19. §.

Alle wirklich vorhandene Körper und körperliche Maſſen, feſte und flüſſige, harte und weiche, elaſtiſche und unelaſtiſche, und was man auch ſonſt noch für Klaſſen davon machen könnte, ſtehen in einer gewiſſen Verbindung unter einander, ſie machen zuſammen genommen ein Ganzes aus, was wir die **Körperwelt** nennen. Bey vielen Begebenheiten in dieſer Körperwelt ſehen wir wenigſtens einigermaſſen aus den uns bekannten Eigenſchaften der körperlichen Maſſen ein, warum ſie erfolgen, wir halten alsdenn davor, daß wir die Begebenheiten aus der **Natur** der Körper erklären können. Die **Natur** einer Sache beſtehet eigentlich in dem Inbegriff derjenigen Eigenſchaften dieſer Sache worin alles übrige, was derſelben ſonſt noch zukommen kann, entweder ganz oder wenigſtens zum Theil gegründet iſt. Wir

brau-

brauchen aber oft das Wort **Natur** ſchlechthin und verſtehen alsdenn die **Natur der Körperwelt**, den Inbegriff aller der Eigenſchaften der körperlichen Maſſen, worin alles übrige gegründet iſt, was in der Körperwelt vorgehet.

20. §.

Ein Erfolg heißt eine **Naturbegebenheit**, wenn wir ihn für einen ſolchen halten, der in der Natur der um uns her befindlichen Körper gegründet iſt; die Regeln aber nach welchen die Naturbegebenheiten erfolgen, heiſſen **Naturgeſetze**, und die **Naturlehre** iſt die Wiſſenſchaft von den Naturbegebenheiten und den Gründen, aus welchen ſich die Naturbegebenheiten erklären laſſen.

Zuweilen verſtehen wir die Körperwelt ſelbſt, wenn von der **Natur** die Rede iſt, wie wenn es heißt, dieſe oder jene Sache ſey in der Natur vorhanden oder nicht vorhanden. In dieſem Sinne redet man von verſchiedenen Reichen der Natur, vom **Thierreich**, vom **Pflanzenreich**, vom **Mineralreich**, man verſteht alsdenn die Hauptklaſſen aller in der Welt wirklich vorhandenen Körper. Die **Naturgeſchichte** beſchreibt die Eigenſchaften der zu jedem Naturreiche gehörigen beſondern Arten der Körper, und ordnet ſie nach ihren Unterſcheidungsmerkmalen.

21. §.

Wir erfahren, was wir vermittelſt der Werkzeuge unſrer Sinne empfinden; und Sätze,

von deren Richtigkeit wir uns ſchon verſichern können, wenn wir auf das aufmerkſam ſind, was wir mit den Sinnen empfinden können, heiſſen **Erfahrungsſätze.** Das ſind die Erkenntnißgründe vom erſten Range in der Naturlehre, wiewohl wir uns deſſen doch beſcheiden müſſen, daß wir vermittelſt der Sinne die Körper nach ihren innern Eigenſchaften nicht kennen lernen können, ſondern richtige Vernunftſchlüſſe zu Hülfe nehmen müſſen. Zur Erkenntniß ſolcher Erfahrungsſätze gelangen wir übrigens durch **Beobachtungen** und **Verſuche.** Eine **Beobachtung** ſtellen wir an, wenn wir auf das aufmerkſam ſind, was mit den Körpern in dem Zuſtande vorgeht, worin ſie ſich von ſelbſt ohne unſer Zuthun befinden: ein **Verſuch** aber wird angeſtellet, wenn wir körperliche Maſſen in einen andern Zuſtand verſetzen, als worin ſie ſich ohne unſer Zuthun befinden würden, und alsdenn auf dasjenige aufmerkſam ſind, was mit ihnen vorgehet. Eine Sonnen- oder Mondfinſterniß können wir beobachten, mit der Luftpumpe aber ſtellen wir Verſuche an.

22. §.

Bey Unterſuchungen über die Eigenſchaften der Körper, und über die Urſachen, aus welchen ſich die Naturbegebenheiten erklären laſſen, iſt es oft nothwendig, daß man auch Vergleichungen in Anſehung der Gröſſe anſtelle. Wenn eine Maſſe dichter als die andre, oder ſpecifiſch ſchwerer als die andre iſt, wenn die Elaſticität einer Maſſe

bey

bey Veränderung ihrer Figur, oder des Raums, den ſie einnimmt, gröſſer oder kleiner wird; ſo ſiehet man wohl, daß es bey Erklärung der Naturbegebenheiten, die von der mehrern oder mindern Dichtigkeit der Maſſen, von ihrer vermehrten oder verminderten Elaſticität abhangen, nothwendig auf eine richtige Ausmeſſung der Dichtigkeit, der Elaſticität, und andrer ähnlicher der Ausmeſſung fähiger Eigenſchaften der körperlichen Maſſen ankomme. Demnach kann die Naturlehre nicht ohne alle Anwendung der Mathematik vorgetragen werden: ja nach dem Urtheil mehrerer Naturforſcher vom erſten Range iſt die Naturlehre ſelbſt nichts anders als angewandte Mathematik. Weil es aber doch eingeführt iſt, die **Naturlehre** als eine von der **angewandten Mathematik** unterſchiedene Wiſſenſchaft vorzutragen; ſo ſcheint es, daß man die Gränzen für beyde Wiſſenſchaften am beſten auf folgende Art feſtſetze. Man muß in der Naturlehre aus richtig angeſtellten Erfahrungen und Verſuchen die Eigenſchaften und Kräfte der Körper kennen zu lernen ſuchen, aus welchen es begreiflich wird, wie die Naturbegebenheiten von denſelben abhängen. Rechnungen und Ausmeſſungen wird man dabey nicht gänzlich vermeiden können; allein die allgemeinen und vollſtändigen Theorien ſolcher Rechnungen und Ausmeſſungen muß man dem Mathematiker überlaſſen. Bey manchen Unterſuchungen in der Naturlehre muß es genügen, wenn man die Reſultate der mathematiſchen Theo-

rien als anderswo bewieſene Wahrheiten nur durch Verſuche zu erläutern ſucht.

Die Gränzen zwiſchen Naturlehre und angewandten Mathematik hat der Hr. Verfaſſer in folgender Abhandlung noch weitläuftiger und beſtimmter darzuthun geſucht:

Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturlehre durch eine Preisfrage vom Jahr 1781 veranlaßt; in ſeinen phyſ. chemiſchen Abhandlungen. B. II. S. 1. ff. G.

23. §.

Es würde zur richtigen Aufklärung vieler Naturbegebenheiten ohne Zweifel ſehr vieles beytragen, wenn es möglich wäre, die körperlichen Maſſen in ihre einfachſten eigentlichen Elementartheile zu zerlegen. Feſte Maſſen kann man zwar zerreiben, zerſchlagen, und ſolchergeſtalt in ſehr kleine Theilchen zerlegen: allein das iſt nur eine **mechaniſche Theilung**, wobey die einzelnen Theilchen noch immer mit dem zertheilten Körper einerley Grundmiſchung behalten. Die Theilchen vom feinſten Eiſenfeil ſind noch Eiſen, ſie ſind, wie andre uns bekannte Maſſen, aus ungleichartigen Elementen zuſammengeſetzt, und es wird ein ganz eigenes Verfahren erfordert, um dieſe ungleichartigen Beſtandtheile von einander abzuſondern, und jede Art derſelben von den übrigen getrennt für ſich allein darzuſtellen. Dergleichen von einander abgeſonderte Beſtandtheile laſſen ſich hiernächſt auf andre Art wieder zuſammenſetzen, und die Wiſ-

ſen-

ſenſchaft, welche es lehrt, wie die natürlichen Maſſen in ihre einfachern Arten der Beſtandtheile aufgelöſet, auch durch andre Zuſammenſetzungen ungleichartiger Grundſtoffe neue Naturproducte hervorgebracht werden können, hat den Nahmen der **Chemie** erhalten.

Sehr viele, und ich mögte ſagen, die meiſten Veränderungen des Zuſtandes, die in der Körperwelt vorgehen, ſind in der Miſchung der Körper gegründet. Miſchung der Körper aber iſt ein Gegenſtand der Chemie, und man wird ſich vergeblich bemühen, ohne die Kenntniß der letztern, jene Naturbegebenheiten zu erforſchen, und gehörig zu erklären, und derjenige, der in einem ſo beträchtlichen Theile der Naturwiſſenſchaft, als die Chemie iſt, unwiſſend iſt, kann nicht auf den Nahmen eines Naturkenners oder Naturforſchers Anſpruch machen. Die ſo wichtigen Lehren vom Feuer, vom Wärmeſtoff, von den Luftarten, von den Veränderungen in unſerer Atmosphäre, beruhen ganz auf chemiſchen Grundſätzen, und vergebens wird man z. B. es nach mechaniſchen Geſetzen erklären können, warum ein Thier in eingeſchloſſenem Raume von Luft erſtickt, und ein brennendes Licht darin verlöſcht. — Der ſeel. Verfaſſer, der dies einſahe, ſuchte daher auch in dem ſpäter von ihm herausgegebenen Entwurfe der Naturwiſſenſchaft die chemiſchen Lehrſätze, welche zu Erklärungen der Naturbegebenheiten dienen, mehr beyzubringen als in dieſem Lehrbuche geſchehen war. Sein Zeugniß, daß Kenntniß der Größe der Kräfte in der Natur, daß ihre Ausmeſſung kurz daß bloße angewandte Mathematik, unzureichend ſey, die Naturgeſetze zu entwickeln, und alſo den eigentlichen Zweck der Naturlehre nicht erreiche; wird um ſo gültiger ſeyn, je mehr ihm ſelbſt die Mathematik werth war.

Die Beſtandtheile der Körper in der Natur, von welchen der Verfaſſer in dieſem §. redet, müſſen wir von den Grundmaſſen unterſcheiden. Letztere werden durch Zerſtückung des Körpers erhalten; ſie ſind dem Ganzen ähnlich, wovon ſie herrühren, und nur an Größe von ihm unterſchieden; ſie ſind ſich auch unter einander ſelbſt ähnlich, und machen durch ihre Vereinigung keinen Körper von anderer Art, ſondern nur einen der Maſſe nach vergrößerten aus; ſo wie z. B. mehrere Tropfen Waſſer unter einander vereinigt, Waſſer bleiben; mehrere Stäubchen Goldfeile unter einander geſchmolzen, Gold bleiben u. ſ. w. Man nennt ſie daher auch gleichartige Theile (partes ſimilares). Die erſtern hingegen oder die Beſtandtheile ſind weder dem Ganzen, wovon ſie genommen ſind, noch ſich ſelbſt unter einander ähnlich, machen aber in gehöriger Verbindung zuſammen das Ganze aus. Wenn alſo z. B. Zinnober in Queckſilber und Schwefel zerlegt wird, ſo erhalten wir die Beſtandtheile des Zinnobers, und das Queckſilber iſt ſo wenig mehr Zinnober, als der Schwefel. Der Zinnober iſt vielmehr das Reſultat der Vereinigung beyder in einem gewiſſen Verhältniſſe. Die Beſtandtheile der Körper heiſſen deßwegen ungleichartige Theile (partes diſſimilares). Mit Recht müſſen wir alſo die Theilung der Körper in gleichartige Theilung (phyſiſche Theilung) von der in ungleichartige (chemiſche Theilung, Zerlegung, Zerſetzung, diatheſis, analyſis) unterſcheiden; ſo wie die Verbindung der erſtern (Zuſammenfügung, Zuſammenhäufung, aggreg tio), von der der letztern (Miſchung, Zuſammenſetzung, compoſitio, ſyntheſis). Dieſe läßt ſich nicht, wie jene, durch äußere mechaniſche Kräfte aufheben, ſondern die nach der individuellen Natur der einfachen Stoffe ſehr ungleich wirkende Kraft der Cohäſion, wird vielmehr ſelbſt ein Mittel zur Scheidung der ungleichartigen Theile.

Die

Die Beſtandtheile, welche man durch die Zerlegung der zuſammengeſetzten Körper erhält, ſind gemeiniglich nicht ſo einfach, daß ſie weiter keine ungleichartigen Theile hätten, ſondern noch gemiſcht. In dieſem Falle heißen ſie nähere Beſtandtheile der Körper (principia proxima) und die ungleichartigen Theile, aus welchen ſie noch beſtehen, die entferntern Beſtandtheile derſelben (principia remota). So ſind in den angeführten Beyſpielen Queckſilber und Schwefel die näheren Beſtandtheile des Zinnobers; aber das Queckſilber beſteht noch aus Brennſtoff und einem eignen metalliſchen Kalke, der Schwefel aus Brennſtoff und Vitriolſäure; folglich ſind Brennſtoff, Queckſilberkalk und Vitriolſäure die entferntern Beſtandtheile des Zinnobers. Solche Beſtandtheile der Körper, die nicht weiter gemiſcht ſind, d. h. aus andern ungleichartigen Theilen beſtehen, und alſo keiner Zerlegung weiter unterworfen ſind, heiſſen Uranfänge, Urſtoffe, Elemente.

Die Naturforſcher haben bis jetzt über die Anzahl dieſer Elemente, woraus die Körper unſrer Welt zuſammengeſetzt ſind, ſehr verſchiedne Meinungen gehegt. Die Peripatetiker führten Waſſer, Luft, Feuer und Erde als Elemente auf, und faſt alle Naturforſcher haben ſie von jeher als ſolche aufgenommen. Da in der Naturlehre keine Glaubensformel gilt, ſo dürfen wir uns auch nicht fürchten, die elementariſche Beſchaffenheit der drey letztern aufgeführten Stoffe zu verwerfen, wie dies in der Folge weiter begründet werden ſoll; als auch dieſe Anzahl für unzulänglich zu halten, um daraus die ſo mannigfaltige Zuſammenſetzung der Körper erklären zu können. Die neuere Scheidekunſt hat uns eine weit größere Menge ſolcher Stoffe kennen gelehrt, und obgleich freylich aus unſerm Unvermögen, Subſtanzen noch ferner zu zerlegen, kein Beweis für ihre elementariſche Beſchaffenheit hergenommen wer-

den kann; ſo iſt doch auch keine Urſach vorhanden, das Gegentheil zu glauben, ſo lange man uns noch nicht die ungleichartigen Beſtandtheile derſelben darthut. Als einfachere Stoffe zeigen ſich uns: 1) die Materie der Wärme, 2) die Materie des Lichtes, 3) das Waſſer, 4) die Kieſelerde, 5) die Kalkerde, 6) die Bitterſalzerde, 7) die Thonerde, 8) die Schwerrede, 9) das Gewächslaugenſalz, 10) das mineraliſche Laugenſalz, 11) das flüchtige Laugenſalz? 12) die Vitriolſäure, 13) die Salpeterſäure, 14) die Küchenſalzſäure, 15) die Flußſpathſäure, 16) die Boraxſäure, 17) die Phosphorſäure, 18) die Eſſigſäure? 19) der luftſaure Stoff, 20) der Goldkalk, 21) der Platinakalk, 22) der Silberkalk, 23) der Queckſilberkalk, 24) der Bleykalk, 25) der Wißmuthkalk, 26) der Nickelkalk, 27) der Kupferkalk, 28) der Eiſenkalk, 29) der Zinnkalk, 30) der Zinkkalk, 31) der Spießglaskönigskalk, 32) der Kobaltkalk, 33) der Braunſteinkalk, 34) der Wolframkalk, 35) die Arſenikſäure, und 36) die Waſſerbleyſäure. Noch ſind neuerlich durch Hrn. Klaproth, 37) der Uranienkalk; 38) die Zirkonerde und 39) die Diamanthſpatherde hinzugekommen. G.

24. §.

Alle menſchliche Kenntniſſe haben ihren Nutzen: vielleicht aber läßt es ſich mit dem gröſten Recht von der Naturlehre behaupten, daß ſie mit Hülfe der Mathematik am meiſten zur Aufklärung des menſchlichen Geſchlechts beygetragen habe. Sie iſt vorzüglich die Wiſſenſchaft, welche den Aberglauben geſtürzet hat. Zur Berichtigung

und

und Erweiterung der menſchlichen Kenntniſſe, auch zur Erfindung ganz neuer nützlichen Werke der Kunſt, hat ſie die nächſte Anleitung gegeben. Unſer jetziges Jahrhundert würde auf ſeine vorzügliche Aufklärung vielleicht eben nicht ſtolz ſeyn können, wenn das verfloſſene Jahrhundert nicht den Grund dazu gelegt hätte, daß man viele der ehemaligen ſehr unvollkommenen Theorien in der Naturlehre mehr hat berichtigen, und in Verbindung mit der Mathematik auf richtige Beobachtungen und Verſuche zum Theil ganz neue Wiſſenſchaften hat gründen können.

Der II. Abſchnitt.

Von den Eigenſchaften des Schwerpuncts der feſten Körper.

25. §.

Alle Materie, die wir kennen, iſt ſchwer, auch die kleinſten Theilchen der Körper, wenn ſie nicht unterſtützt ſind, fallen gegen die Erde herab. Jedes noch ſo kleine Theilchen eines Körpers drückt auch dasjenige, wodurch es unterſtützt oder am Herabfallen gehindert wird, es hat alſo ſein Gewicht, oder kann ſelbſt als ein Gewicht betrachtet werden. (11. §.) Das Gewicht einer Maſſe von beſtimmter Gröſſe iſt alſo die Summe der Gewichte aller ihrer Beſtandtheile.

Siehe jedoch Anm. zum §. 10.

26. §.

26. §.

Feſte und flüſſige Maſſen können auſſer der Schwere auch der Wirkung andrer bewegenden Kräfte ausgeſetzt ſeyn, und man muß alsdenn das, was von der Schwere herrührt, von demjenigen zu unterſcheiden wiſſen, was ein Erfolg von der Wirkung einer andern bewegenden Kraft iſt. Um deßwillen muß man ſich auch an die Vorſtellung einer **bloß trägen Maſſe ohne Schwere** gewöhnen, damit man unterſuchen könne, was erfolgen würde, wenn auf Maſſen ohne Schwere, an dieſen oder jenen angenommenen Stellen, nach dieſen oder jenen Richtungen, Kräfte wirkten.

26. §.

Ein bloß träger, nicht ſchwerer feſter Körper würde an jeder Stelle, wo man ihn hinbrächte, ruhig bleiben. Man ſtelle ſich einen
1. geometriſchen Körper MN, einen Raum, der ſei-
Fig. ne beſtimmte Geſtalt und Gröſſe hat, undurchdringlich und alle ſeine Theile unter einander in feſter Verbindung vor, ſo hat man eine Vorſtellung von einem bloß trägen feſten Körper. Sobald auch nur ein einziges Element A dieſes feſten Körpers MN ſchwer angenommen wird, ſobald bedarf es auch ſchon einer Unterſtützung, wenn der Körper nicht herabfallen ſoll, und eine ſolche Unterſtützung könnte auf mehr als eine Art angebracht ſeyn. Wenn der einzige ſchwere Punct A unterſtützt wäre, ſo würde der übri-

übrige ganze Körper in jeder Lage ruhig bleiben, in welche man ihn durch Umdrehung um den Punct A auch bringen mögte. Wäre dagegen ein andrer von A verſchiedener ſeitwärts liegender Punct C zwar unterſtützt, jedoch ſo, daß der Körper ſich noch um C drehen könnte; ſo würde der Körper in dieſer Lage nicht ruhen, ſondern A würde herabſinken, und dadurch verurſachen, daß die gerade Linie, welche man ſich in dem Körper von C bis A vorſtellen kann, ſich um C kreisförmig drehen müſte.

27. §.

Vermöge der Erfahrung ſind die Wege, welche ſchwere Körper nehmen, wenn man ſie frey fallen läſt, gerade Linien. Ein feſter Körper, den man frey fallen läßt, kommt in keine Umlaufsbewegung, ſondern alle ſeine Elemente bewegen ſich in geraden unter ſich parallelen Linien gegen die Erde herab. Ohne Zweifel drückt jedes Theilchen des Körpers, ſo lange derſelbe unterſtützt iſt, nach eben der **Richtung** unterwärts, nach welcher es herabfällt, wenn der Körper ohne Unterſtützung ſich ſelbſt überlaſſen wird, und dieſe **Richtung der Schwere** iſt auf der Erdfläche, ſo weit ſie uns eine ebene Fläche zu ſeyn ſcheinet, ſenkrecht: auch iſt ſie auf der ebenen Fläche eines ſtillſtehenden Waſſers ſenkrecht.

Die Richtungen der Schwere und überhaupt gerade Linien, die mit der Richtung der Schwe-

re

re parallel ſind, heiſſen **verticale**, **lothrechte** oder **bleyrechte Linien**: von einer Ebene, oder auch einer geraden Linie, worauf die Richtung der Schwere ſenkrecht iſt, ſagt man, ſie habe die **horizontale** oder **wagrechte Lage**.

Wenn aber die Erde eine Kugelgeſtalt hat, oder derſelben nahe kömmt, ſo können die Richtungen der Schwere, weil ſie auf der Erdfläche ſenkrecht ſind, nicht unter einander parallel ſeyn, ſondern ſie ſcheinen es uns nur, wegen der großen Entfernung des Mittelpuncts der Erde von der Oberfläche.

G.

28. §.

Wäre wie es im 26ſten §. angenommen ward, das Element A des ſonſt feſten Körpers MN allein ſchwer, und AP die Richtung der Schwere; ſo könnte der Körper auch in Ruhe erhalten werden, wenn gleich nicht der Punct A ſelbſt, ſondern ſtatt deſſen ein ändrer in der lothrechten Linie AP befindliche Punct B unterhalb A, oder auch C oberhalb A unterſtützt wäre. In allen beyden Fällen würde das, was den Punct B oder C am Sinken hinderte, das Gewicht des Puncts A tragen, und eben ſoviel Druck leiden, als wenn A unmittelbar dadurch unterſtützt wäre. In dem Fall, wenn C oberhalb A unterſtützt iſt, ſtrebt das Gewicht des Puncts A auch den Punct C mit herab zu ziehen, ſo wie ſtatt deſſen B den Druck des Gewichts A von oben herab leiden würde. Dieſe Betrachtungen erläutern es, daß

2. Fig.

die

die Nahmen: **Druck** und **Zug**, Wörter ſind, welche keine weſentlich verſchiedene Wirkungen der Kräfte bezeichnen, ſondern nur eine Verſchiedenheit der Richtung, nach welcher ſich unſrer Vorſtellung gemäß die Wirkung einer Kraft äuſſert.

29. §.

Was den Punct C halten ſoll, damit er nicht mit A herabfalle, kann man ſich zwar als einen **Widerſtand** vorſtellen: wenn aber etwas an C in der Richtung CQ lothrecht aufwärts eben ſo ſtark drückte; als der Punct A wegen ſeines eigenen Gewichts lothrecht unterwärts drückt; ſo würde ebenfalls alles in Ruhe bleiben. Was ſolchergeſtalt an C in der Richtung CQ drückte, würde man ſich als eine **bewegende Kraft** vorſtellen können, wie man ſich das Gewicht des Puncts A als eine ſolche Kraft vorſtellet. Der ganze Unterſcheid wäre nur in der Verſchiedenheit der Richtung zu ſuchen. Zwey oder mehr Kräfte, die auf eine Maſſe durch drücken, oder ziehen, unter ſolchen Umſtänden wirken, daß keine Bewegung erfolgen kann, vielmehr alles in Ruhe bleiben muß, ſind im **Gleichgewicht**. Die Wiſſenſchaft von den Geſetzen des Gleichgewichts der Kräfte, heißt zwar überhaupt die **Statik**, im beſondern Sinn aber wird dieſer Nahme gebraucht, wenn von den Geſetzen des Gleichgewichts ſolcher Kräfte, die auf feſte Maſſen wirken, die Rede iſt. Weil es dabey auf 2. Fig.

Ver=

Vergleichungen der Kräfte und auf die Beſtimmung der Lage ihrer Richtungen ankommt; ſo iſt dieſe Wiſſenſchaft ein Theil der angewandten Mathematik, und gehört in ſofern nicht eigentlich zur Naturlehre. Dieſerwegen können die Geſetze des Gleichgewichts als anderswo ſchon bewieſene Lehren in der Naturlehre gebraucht, auch durch geſchickt gewählte Verſuche weiter ins Licht geſetzt werden.

30. §.

2. Fig. Nicht allein alsdenn, wenn der Punct A den Druck ſeines eigenen Gewichts in der Richtung AP, und C in der gerade entgegengeſetzten Richtung CQ einen eben ſo groſſen Druck leidet, erfolgt ein Gleichgewicht. **Ein Paar gleiche und in Anſehung der Richtung einander entgegengeſetzte Kräfte ſind im Gleichgewicht, wenn jede von ihnen gegen einen Punct einer feſten Maſſe drückt, und ihre Richtungen mit der graden Linie durch beyde Puncte zuſammen fallen.**

Der Vorſtellung im 29. §. gemäß liegen die Richtungen der an A und C drückenden Kräfte ſo, daß ſie beyde Puncte von einander zu entfernen ſtreben. Es könnte aber auch C gegen q, und A gegen p gedrückt werden: auch alsdenn würden gleiche einander ſo entgegengeſetzte Preſſungen ſich im Gleichgewicht erhalten.

Dieſe Sätze gelten auch umgekehrt. **Kräfte, die an zweenen Puncten einer feſten Maſ-**

ſe

ſe nach entgegen geſetzten mit der graden Linie zwiſchen beyden Puncten zuſammen fallenden Richtungen einander im Gleichgewicht erhalten, ſind gleich groß.

31. §.

Weil dieſe Sätze allemahl richtig ſind, die Entfernung beyder Puncte, wie C und A, ſey welche ſie wolle; ſo gelten ſie auch noch, wenn beyde in einen einzigen Punct zuſammen fallen. Gleiche Kräfte an einen und eben denſelben materiellen Punct nach grade entgegen geſetzten Richtungen angebracht, ſind im Gleichgewicht, und umgekehrt: Kräfte die an einerley Punct nach entgegen geſetzten Richtungen drücken, und im Gleichgewicht bleiben, ſind gleich groß.

Ungleiche Kräfte aber, welche dieſer Vorſtellung gemäß entweder an zweenen Puncten einer feſten Maſſe oder an einem einzigen Punct nach grade entgegen geſetzten Richtungen drücken, ſind nicht im Gleichgewicht, vielmehr erfolgt nach derjenigen Richtung eine Bewegung, nach welcher die gröſſere Kraft drückt, oder zieht, die gröſſere Kraft überwiegt die kleinere.

32. §.

Wenn nur zweene Puncte A und B eines feſten Körpers MN, nicht mehrere, ſchwere Puncte wären, und wenn man ihn in einem dritten Punct C ſo unterſtützte, daß er ſich um denſelben frey drehen könnte; ſo würde das Gewicht eines jeden dieſer Puncte den Körper um C zu drehen 3. Fig.

ſtreben. Nimmt man den Punct C in der graden Linie AB an zwiſchen beyden Gewichten, ſo ſtreben die Gewichte, den Körper auf entgegen geſetzte Art um C zu drehen, und man kann die Stelle ſo wählen, daß beyde einander im Gleichgewicht erhalten. Weil man Grund hat anzunehmen, daß gleiche materielle Puncte ein gleiches Gewicht haben (12. §.), ſo nehme man A und B gleich groß, mithin auch gleich ſchwer an. Wird alsdenn C grade in der Mitte zwiſchen A und B angenommen, ſo ruhet der Körper in jeder Lage, wenn er ſich gleich frey um C drehen kann.

33. §.

Die ſo unterſtützte grade Linie, welche man ſich hinlänglich feſt und unbiegſam, jedoch ſonſt bloß träge vorſtellen muß, heißt in der Statik ein Hebel. Man unterſucht alsdenn unter welchen Umſtänden Kräfte einander im Gleichgewicht erhalten, die den Hebel, wenn er in einem Punct gehörig unterſtützt iſt, auf entgegen geſetzte Art zu drehen ſtreben. Wenn C der unterſtützte Punct iſt, A und B aber die Puncte ſind, wogegen die Kräfte drücken, ſo nennt man Kürze halber CA, CB, die Hebelsarme. Wenn alſo die Hebelsarme gleich ſind, in A und B aber gleiche Gewichte ihn zu drehen ſtreben, ſo bleiben ſie im Gleichgewicht. Der Punct C aber leidet nun eben ſoviel Druck, als wenn darauf ein Gewicht drückte ſo groß, als die Gewichte der Elemente A und B zuſammen genommen, mithin das doppelte

zelte Gewicht von A oder B, weil beyde gleich ſchwer angenommen werden.

34. §.

Die Statik beweiſet, daß ungleiche Gewichte am Hebel einander im Gleichgewicht erhalten, wenn das ſchwerere den kürzern Arm, das leichtere den längern Arm zu drehen ſtrebt, alsdenn aber das leichtere Gewicht im ſchwerern ſoviel mahl enthalten iſt, als der kürzere Hebelsarm im längern. Allemahl aber leidet der unterſtützte Punct eben ſoviel Druck, als wenn auf ihn allein ein Gewicht drückte, das der Summe jener beyden Gewichte gleich wäre. Dieſerwegen nennt man ihn den gemeinſchaftlichen Schwerpunct beyder Gewichte.

35. §.

Wenn nur drey Elemente A, B, D, des feſten Körpers MN ſchwere Elemente wären, ſo würden auch dieſe einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct haben. Man könnte wiederum einen Punct in dem übrigen Raum des Körpers angeben, der die Eigenſchaft hätte, daß wenn er allein unterſtützt würde, ohne zu hindern, daß ſich der Körper nicht frey um denſelben drehen könnte, dennoch der Körper in jeder Lage ruhen müſte. Denn in der graden Linie AB giebt es den Punct C, welcher von den ſchweren Elementen A und B allein ſoviel Druck leidet, als wenn ein Gewicht, das ihrer Summe gleich wäre, dar- 4. Fig.

auf drückte. Wenn nun P Q und R die Gewichte der Puncte A, B und D bezeichnen, man mag ſich dieſe Gewichte gleich oder ungleich groß vorſtellen; ſo hat die vereinigte Wirkung aller dreyer Gewichte eben den Erfolg, als wenn die Puncte C und D allein ſchwer wären, C aber das Gewicht P+Q hätte. Dies in C befindliche Gewicht hätte alsdenn mit dem in D befindlichen Gewicht R einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct E in der graden Linie CD, und das wäre zugleich der gemeinſchaftliche Schwerpunct für alle drey in A, B, D befindliche Gewichte P, Q, R.

36. §.

4. Fig. Es ſey noch ein viertes Element F deſſelben feſten Körpers MN ſchwer, und E der gemeinſchaftliche Schwerpunct der dreyen in A, B, C befindlichen Gewichte. Das Gewicht des Puncts F ſey = S, ſo hat die vereinigte Wirkung dieſer vier Gewichte eben den Erfolg, als wenn in E allein ein Gewicht = P+Q+R, und in F das Gewicht S befindlich wäre. Beyde hätten alsdenn in der graden Linie FE einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct G, und das wäre zugleich der gemeinſchaftliche Schwerpunct aller vier Gewichte. Den Punct F kann man in dem Raum des Körpers an einer ſolchen Stelle annehmen, daß er mit A, B, D, nicht in einer Ebene liegt; es behält dennoch mit den vorgetragenen Schlüſſen allemahl ſeine Richtigkeit.

37. §.

Alle Elemente eines feſten Körpers ſind ſchwer, und alle dieſe ſchweren Elemente haben einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct, welcher als der Schwerpunct des feſten Körpers ſelbſt zu betrachten iſt. Aus dem bisher vorgetragenen läßt ſich leicht die Richtigkeit der folgenden Sätze überſehen. Wenn eine gewiſſe Anzahl ſchwerer Elemente des feſten Körpers einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct hat, ſo hat auch noch die um Eins gröſſere Anzahl ebenfalls einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct. Weil es nun für 2, 3, 4, ſchwere Elemente des feſten Körpers einen Schwerpunct giebt, ſo müſſen auch fünf ſchwere Elemente, und eben darum ſechs, folglich auch ſieben ſchwere Elemente einen Schwerpunct haben. So gilt der Schluß von jeder Anzahl auf die folgende um Eins gröſſere: alſo haben alle Elemente des feſten Körpers einen Schwerpunct.

38. §.

Jeder ſchwere feſte Körper hat alſo einen Schwerpunct. Wenn derſelbe allein ſo unterſtützt würde, daß der Körper ſich zwar um denſelben frey drehen, ſonſt aber nicht weichen könnte, ſo würde er in jeder Lage ruhen. Das was den Schwerpunct hält, leidet einen eben ſo groſſen Druck, als wenn das Gewicht des ganzen Körpers, oder welches einerley iſt, die Summe der Gewichte aller einzelnen Theile deſſelben im einzigen Schwerpunct vereiniget wäre, und die übrigen Theile gar kein Gewicht hätten.

39. §.

Wenn die Maſſe eines Körpers durch ſeinen ganzen Raum gleichförmig vertheilt iſt, ſo haben gleichgroſſe Theilchen deſſelben auch gleiches Gewicht, und der **Mittelpunct der Gröſſe des Körpers iſt alsdenn zugleich ſein Schwerpunct.** Der Schwerpunct der Kugel iſt mit ihrem Mittelpunct einerley, und der Schwerpunct eines Cylinders liegt in der Mitte ſeiner Axe.

Sehr dünne Scheiben aus einer körperlichen Maſſe kann man als ſchwere Ebenen betrachten, ob es gleich im geometriſchen Sinne dergleichen ſchwere Ebenen nicht geben könnte. In dieſem Sinne redet man auch vom Schwerpunct ebener Figuren, als eines Dreyecks, eines Kreiſes, und ſo ferner. Wenn ein grader Cylinder, oder ein grades Priſma lothrecht ſteht, ſo wird jeder Punct der Grundfläche von dem Gewicht aller Theilchen gedrückt, die ſich lothrecht darüber befinden; mithin iſt es eben ſoviel als wenn die Grundfläche ſelbſt ſchwer, und das Gewicht derſelben durch den Raum dieſer Fläche gleichförmig vertheilt wäre.

40. §.

Die grade Linie zwiſchen den Schwerpuncten beyder Grundflächen eines graden Priſma kann die Axe des Priſmen heißen, der Schwerpunct des Körpers liegt in der Mitte dieſer Axe. Die Axe einer Pyramide iſt die grade Linie zwiſchen der Spitze des Körpers und dem Schwerpunct ſeiner Grundfläche, und der Schwerpunct der Pyramide, ſo wie des Kegels Schwerpunct liegt in der Axe. Die Entfernung des Schwerpuncts von der Spitze beträgt $\frac{3}{4}$ der Axe des Körpers.

Bewei-

Beweiſe dieſer Sätze muß man bey den mathematiſchen Schriftſtellern ſuchen M. ſ. meinen Lehrbegriff der geſamten Mathematik, des 1 Th. 2 Aufl. 2ten Band. 49. u. f. S.

Die Axe eines graden priſmatiſchen oder cylindriſchen Stabes kann als eine ſchwere grade Linie betrachtet werden, durch deren ganze Länge ihr Gewicht gleichförmig vertheilt iſt. Ihr Schwerpunct liegt alsdenn in ihrer Mitte.

41. §.

Ein ſchwerer Körper kann nicht herab ſinken, wenn ſein Schwerpunct unterſtützt, und das, was ihn hält, ſtark genug iſt, das ganze Gewicht des Körpers zu tragen. Dabey bedarf es deſſen nicht, daß der Schwerpunct ſelbſt unmittelbar gehalten werde, daſelbſt lieſſe ſich auch nicht allemal die Unterſtützung unmittelbar anbringen. Der Mittelpunct einer ſoliden Kugel kann nicht ſelbſt unmittelbar unterſtützt werden, weil es die den Mittelpunct von allen Seiten umgebende Maſſe hindert. Wenn aber auch nur ein Punct A oder B 5. Fig.
unterſtützt iſt, der in der Verticallinie AB liegt, welche durch den Schwerpunct G geht, ſo kann der Körper ruhig bleiben. Wenn der unterſtützte Punct B höher liegt, als der Schwerpunct G, ſo hängt der Körper an demjenigen, was ihn hält, und in dieſem Zuſtande des Gleichgewichts kann ſich der Körper nicht um B drehen, ohne daß ſein Schwerpunct ſtiege. Bey einer geringen Abweichung der graden Linie BG von der verticalen Lage wird ſich der Körper von ſelbſt in die Lage zu verſetzen ſtreben, in der BG vertical iſt.

Die Verticallinie GA durch den Schwerpunct heißt auch **die mittlere Richtung der Gewichte aller Elemente des Körpers**, weil dieſe alle unter ſich und mit GA parallel ſind. Wenn an B eine Kraft lothrecht eben ſo ſtark in die Höhe zöge, als das Gewicht des ganzen Körpers lothrecht nach unten zieht, ſo wäre ſie mit der Summe der Gewichte aller Elemente des Körpers im Gleichgewicht.

42. §.

Wenn der unterſtützte Punct A niedriger als der Schwerpunct liegt, ſo verurſacht die allergeringſte Abweichung der graden Linie AG von der verticalen Stellung, daß der Körper umfallen, und ſich in eine andre Lage verſetzen muß, wofern nicht andre Theile des Körpers im Wege ſind, die es hindern. Wenn es alſo gleich an ſich möglich iſt, daß ein grader Kegel auf ſeiner Spitze ſtehen kann, wenn ſeine Axe vollkommen lothrecht ſteht, ſo hätte er doch ſo unterſtützt einen ſehr unſichern Stand.

Eine Kugel kann auf einer wagrechten Ebene in jeder Lage ruhig liegen, weil die lothrechte Linie durch ihren Schwerpunct allemahl die Stelle trift, worin ſie die Ebene berührt. Aber auch bey der geringſten Abweichung der Ebene von der horizontalen Lage kann die Kugel darauf nie ruhig liegen, weil alsdenn die unterſte Stelle ihrer Oberfläche, wohin die Verticallinie durch den Schwerpunct trift, nicht unterſtützt iſt.

43. §.

Wenn zwey oder mehr Puncte eines Körpers, die insgeſamt in grader Linie liegen, unterſtützt ſind, ſo daß ſich der Körper doch um dieſe grade Linie, wie eine Thür um ihre Angel drehen könnte; ſo muß die Ebene, welche man ſich durch den Schwerpunct, und der unterſtützten graden Linie vorſtellen kann, vertical ſeyn. Der Schwerpunct des Körpers muß ſich entweder grade oberhalb, oder grade unterhalb der unterſtützten Linie befinden. Im erſten Fall muß ſich der Körper bey der geringſten Abweichung von der rechten Stellung in eine andre Lage verſetzen. Es wäre dies der Fall, wenn eine Seitenlinie eines Priſma oder einer Pyramide von einer wagrechten Ebene unterſtützt wäre.

44. §.

Sind mehr als zweene Puncte des Körpers unterſtützt, die nicht in grader Linie liegen, ſondern die Winkelpuncte einer ebenen gradlinichten Figur ausmachen, wenn man ſie mit graden Linien zuſammen ziehet, wie wenn ein Tiſch auf drey oder vier Füſſen ſteht; ſo ſteht der Körper auf einer wagrechten Ebene ruhig, wofern die Verticallinie durch den Schwerpunct eine Stelle der wagrechten Ebene trift, die innerhalb der Gränzen jener Figur liegt: widrigenfalls muß er umfallen, weil alsdenn nichts da iſt, was den Schwerpunct unterſtützt. Dabey iſt es gleichgültig, ob der Körper ſelbſt eine ebene Grundfläche

hat, womit er an die wagrechte Ebene anſchließt, die ihn trägt, oder nicht. Dieſerwegen kann ein ſchiefes Priſma, eine ſchiefe Pyramide, ein ſchiefer Cylinder oder Kegel auf einer wagrechten Ebene alsdenn nicht auf ſeiner Grundfläche ruhig ſtehen bleiben, wenn die Stelle, wohin die Verticallinie durch den Schwerpunct trift, auſſerhalb den Gränzen der Grundfläche dieſer Körper fällt.

45. §.

Aus dieſen Gründen läßt ſich zugleich der Bau einer gemeinen Wage beurtheilen, welche dazu dient, vermittelſt eines Gegengewichts zu erfahren, wie groß das Gewicht eines Körpers ſey. 9. Fig. Der Wagebalken AB iſt ein gleicharmiger Hebel, wenn man haben will, daß im Zuſtande des Gleichgewichts Gewicht und Gegengewicht gleich groß ſeyn ſollen. In A und B ſind die Stellen, woran die Schalen mit ihren Schnüren oder Ketten aufgehängt werden, die ebenfalls gleich ſchwer ſeyn müſſen; wenn der Schwerpunct G in der Mitte der graden Linie AB bleiben ſoll. Oberhalb G in der graden Linie GL, die aus G auf AB ſenkrecht aufgerichtet iſt, wird auf jeder Seite ein Zapfen angebracht, welcher ſich unten in eine gradlinichte Schärfe nach Art eines Keils endiget. Die Zapfen werden ſo angebracht, daß die Schärfe des einen mit der Schärfe des andern in grader Linie liegt. In der Figur ſtellt KC den Durchſchnitt eines ſolchen Zapfens vor, und der Wagebalken wird nun mit ſeinen Zapfen auf jeder Seite

in

in einer Pfanne ſo gelegt, daß er ſich um die untere Schärfe der Zapfen, die hier C vorſtellet, ganz frey drehen kann.

Bey dieſer Einrichtung kann der Wagebalken ſowohl für ſich allein, als auch wenn die Schalen daran hängen, und gleiche Gewichte darin liegen, nur alsdenn ruhen, wenn CG vertical, alſo AB horizontal iſt. Uebrigens dient die auf dem Wagebalken AB ſenkrechte Zunge KL zur Anzeige davon, daß der Wagebalken die horizontale Lage habe, wenn ſie ſelbſt vertical iſt. Wenn dagegen an B ein Gewicht hängt, das ſchwerer iſt, als ein in A hängendes Gewicht; ſo fällt der Schwerpunct in D weiter nach B hin, und alsdenn kann der Wagebalken nur ruhen, wenn CD vertical, mithin der Wagebalken ſelbſt gegen die Verticallinie unter dem Winkel CDG geneigt iſt.

Der III. Abſchnitt.

Von den Geſetzen des freyen Falles der ſchweren Körper.

46. §.

Es bedarf keines Stoſſes, oder ſonſt einer äuſſern Urſache, wenn eine ſchwere Maſſe, die man nicht unterſtützt, in Bewegung kommen ſoll: die Bewegung erfolgt, ſo bald ſie nicht mehr gehalten wird; vermöge der Erfahrung wird die Geſchwindigkeit der Bewegung eines frey herabfallenden

den Körpers nach und nach gröſſer, und eben dies allmähliche Zunehmen der Geſchwindigkeit iſt ein Effect der Schwere als einer bewegenden Kraft. Denn wenn die Maſſe blos träge, nicht ſchwer wäre, ſo bliebe ſie in Ruhe, wenn ſonſt keine Urſache vorhanden wäre, die ſie in Bewegung ſetzte. Wenn nach Verlauf einer gewiſſen Zeit ſeit dem Anfange der Bewegung die Schwere aufhörte zu wirken; ſo würde die Maſſe von dieſem Augenblik an mit der nun ſchon erlangten Geſchwindigkeit die Bewegung gleichförmig fortſetzen: die Maſſe würde zwar in einerley Verticallinie zu fallen fortfahren, ſo lange die Bewegung durch nichts gehindert würde, allein die Geſchwindigkeit würde nicht weiter zunehmen.

47. §.

Es kann nicht anders, als aus richtigen Erfahrungen entſchieden werden, nach welchem Geſetze die Geſchwindigkeit des frey herabfallenden Körpers zunimmt. Könnte man mit Gewißheit vorausſetzen, daß die Schwere ununterbrochen mit gleicher Stärke auf die herabfallende Maſſe wirke, ihre Geſchwindigkeit ſey übrigens ſchon ſo groß geworden wie man will; ſo würde man Grund genug haben daraus zu ſchlieſſen, daß die Geſchwindigkeit der fallenden Maſſe in doppelter Zeit zweymahl gröſſer, in dreyfacher Zeit dreymahl gröſſer werde, als in der einfachen Zeit. Wenigſtens kann man dieſe Vorausſetzung als die einfachſte zum Grunde ſetzen,

ßen, und das was daraus folgt, mit der Erfahrung vergleichen. Dieſe Vergleichung wird ergeben, daß alles, was aus der Vorausſetzung folget, mit der Erfahrung ſehr wohl übereinſtimme, und daß die Schwere die Geſchwindigkeit der frey herabfallenden Maſſen gleichförmig beſchleunige.

Die mathematiſche Theorie von den Geſetzen nach welchen ſich die Geſchwindigkeit, vielleicht auch die Richtung, körperlicher Maſſen ändert, wenn ſie der Wirkung einer oder mehrere bewegender Kräfte, die ſich nicht im Gleichgewicht erhalten, ausgeſetzt ſind, wird unter dem Nahmen der **Mechanik** in der angewandten Mathematik abgehandelt. Auch dieſe Geſetze der Bewegung müſſen hier wenigſtens zum Theil als anderswo ſchon bewieſene Lehren gebraucht, und wo es ſich füglich thun läßt, durch Verſuche erläutert werden.

48. §.

Es ſey A ein ſchwerer Punct, der in der erſten Zeitſecunde von A bis B herab fällt, und man nehme auf eine kurze Zeit die Vorſtellung an, daß die Schwere in dem letzten Augenblick der erſten Zeitſecunde zu wirken aufhöre: ſo würde der nun blos träge Punct eben darum, weil die Schwere ihm ſchon eine gewiſſe Geſchwindigkeit mitgetheilt hat, doch nicht in B ruhend bleiben, er würde vielmehr mit der ſchon erlangten Geſchwindigkeit in der folgenden zweyten Zeitſecunde einen gewiſſen Weg BC mit gleichförmiger Bewegung zurück legen. In der Mechanik wird bewieſen, daß der 6. Fig.

Weg

Weg BC, welchen der Punct allein wegen der Trägheit in der zweyten Zeitſecunde zurück legen würde, wenn die Schwere nach Verlauf der erſten Zeitſecunde ihn nicht weiter beſchleunigte, doppelt ſo groß ſey, als der Weg AB, den er in der erſten Zeitſecunde wegen der gleichförmigen Beſchleunigung der Schwere zurück geleget hätte. (M. ſ. den Lehrbegr. der Math. 1 Th. 2 Aufl. 2 B. 19 §. Mech. 326 u. f. S.)

Wenn nun gleich die angenommene Vorausſetzung in der Natur nicht völlig in dem Sinne ſtatt hat, daß die Schwere während der zweyten Secunde nicht wirkſam wäre; ſo dient doch dieſe Vorſtellung dazu, die Gröſſe des Weges zu finden, der in der zweyten Secunde zurückgelegt wird, wenn die Höhe AB bekannt iſt, wovon die Maſſe in der erſten Secunde herab fällt. Wenn gleich die Schwere in der zweyten Secunde wirkſam bleibt, ſo nimmt ſie doch dem herabfallenden Punct nicht nur nichts von der in der erſten Secunde ihm ſchon mitgetheilten Geſchwindigkeit, ſie vermehrt vielmehr während der zweyten Secunde jene Geſchwindigkeit bis aufs zweyfache der vorigen. Wegen dieſer fortgeſetzten Beſchleunigung der Schwere fällt der Punct wieder in der zweyten Secunde eben ſo tief, als er in der erſten Secunde gefallen war, und der ganze in der zweyten Secunde zurück gelegte Weg BD iſt aus den beyden Theilen BC und CD zuſammengeſetzt. Von dieſen würde BC = 2AB allein wegen der Trägheit mit gleichförmiger Bewegung zurück gelegt werden, und auſſer-

auſſerdem wird noch CD = AB wegen der fortgeſetzten Beſchleunigung der Schwere zurück gelegt: alſo iſt BD = 3AB, und der ganze in 2 Secunden zurück gelegte Weg AD = 4AB.

49. §.

In der dritten Zeitſecunde würde der herabfallende Punct allein wegen der Trägheit den Weg DE = 2BC zurück legen, weil ſeine Geſchwindigkeit am Ende der zweyten Secunde zweymahl ſo groß iſt, als am Ende der erſten Secunde. Dazu kommt wegen der fortwährenden Beſchleunigung der Schwere noch der neue Zuwachs EF = AB, demnach iſt der in der 3ten Secunde zurück gelegte Weg DF = DE + EF = 2BC + AB, und es war BC = 2AB (48. §.), alſo DF = 4AB + AB = 5AB. Ferner iſt der ganze in 3 Secunden zurück gelegte Weg AF = AD + DF = 4AB + 5AB = 9AB. 6. Fig.

Dieſe Schlüſſe kann man leicht für die vierte, die fünfte, und jede folgende Zeitſecunde fortſetzen, und man findet den ganzen von der Ruhe an zurück gelegten Weg.

in	1	Secunde	=	AB
—	2	Secunden	=	4 AB
—	3	— —	=	9 AB
—	4	— —	=	16 AB
—	5	— —	=	25 AB

Solchergeſtalt kommt man auf das allgemeine Geſetz: die Höhen, wovon ein ſchwerer Punct in verſchiedenen Zeiten herab fällt, verhal-

halten ſich wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten.

Weil ferner die während des Falles verfloſſenen Zeiten mit den erlangten Geſchwindigkeiten in einerley Verhältniß ſtehen (47. §.); ſo folgt aus der eben gefundenen Regel, daß auch **die Höhen des Falles ſich wie die Quadratzahlen der während des Falles erlangten Geſchwindigkeiten verhalten.**

50. §.

Weil man Grund hat, anzunehmen, daß gleiche körperliche Elemente von der Schwere gleichviel Druck leiden, wenn ſie nnterſtüzt ſind, ſo werden ſie auch beym freyen Falle in gleichen Zeiten gleiche Geſchwindigkeiten erlangen. Eben darum müſſen ſie auch in gleichen Zeiten gleich tief fallen. Man ſiehet wohl, daß aus den bisherigen Schlüſſen folge, wenn gleiche körperliche Elemente in der erſten Secunde von einer gleichen Höhe herabfallen, daß alsdenn die zurück gelegten Wege in gleichen Zeiten immer gleich groß bleiben. Fiele in der erſten Secunde von zweyen gleichen körperlichen Puncten der eine tiefer herab als der andre, ſo wäre das ein Beweis, daß die Schwere ihn ſtärker beſchleunige: ſie würde alſo denſelben ohne Zweifel auch ſtärker gegen einen Widerſtand, der etwa die Bewegung der Puncte hemmte, drücken als den andern, des erſten Gewicht wäre alſo gröſſer als des leztern Gewicht.

51. §.

51. §.

Wenn man ſich zwey neben einander befind- 6. Fig.
liche Puncte A und G oder auch noch mehrere vorſtellet, welche zugleich in einerley Augenblick herab zu fallen anfangen; ſo erhellet, daß ſie während der Bewegung neben einander bleiben müſſen, daß keiner den übrigen voreilen oder zurück bleiben werde. Wenn A in M anlangt, ſo wird G in N ankommen. Wenn alſo dieſe materiellen Puncte als Elemente eines feſten Körpers mit einander zuſammen hängen, ſo fällt die doppelte, die dreyfache und überhaupt die vielfache Maſſe nach eben den Geſetzen, wie die einfache, weil jeder Theil für ſich während einer jeden Zeit des Falles mit jedem von den übrigen einerley Geſchwindigkeit erlangt. Keiner von dieſen Theilen würde den übrigen voreilen oder zurück bleiben, auch wenn ſie nicht unter einander zuſammen hiengen, und eben deßwegen wird auch keiner in ſeiner Bewegung von den übrigen weder beſchleuniget noch verzögert werden. Alle Elemente einer jeden körperlichen Maſſe, ſie ſey feſte oder flüſſig, und ihre Geſtalt und Gröſſe ſey welche ſie wolle, und die ganze Maſſe ſelbſt müſſen nach einerley Geſetzen fallen. Jeder Punct eines ſchweren Körpers fällt demnach eben ſo, wie ſein Schwerpunct fällt, und man kann, wenn von dem freyen Falle eines Körpers die Rede iſt, allein die Bewegung des Schwerpuncts betrachten, nicht anders, als wenn in denſelben allein ein ſchweres körperliches Element befindlich wäre.

Hat man gefunden, von welcher Höhe der Schwerpunct in gewiſſer Zeit herab fällt, und welche Geſchwindigkeit er durch den Fall erlangt, ſo hat man eben das für alle übrige Puncte des Körpers gefunden, weil ſie insgeſamt in verticalen unter einander parallelen Linien in gleichen Zeiten gleich tief herabfallen, und gleiche Geſchwindigkeiten erlangen.

Die Mechanik beweiſet überdem auch noch die Richtigkeit des folgenden Geſetzes der Bewegung. **Wenn der Körper bloß träge nicht ſchwer wäre, an ſeinem Schwerpunct allein aber eine Kraft in lothrechter Richtung beſtändig nach unten drückte, die dem ganzen Gewicht des Körpers gleich wäre: ſo würde dieſe Kraft den Körper eben ſo beſchleunigen, wie er von dem durch ſeine ganze Maſſe vertheilten natürlichen Gewicht beſchleuniget wird.**

52. §.

Sollte der Erfolg in der Natur mit dem, was die bisherigen Schlüſſe ergeben, völlig übereinſtimmen; ſo müſte man die ſchweren Körper im völlig leeren Raum herabfallen laſſen, und ſolcher Geſtalt beobachten können, wie ſie ſich während der Bewegung verhalten würden. In der Luft fallen die Körper nicht völlig frey, ihre Bewegung wird durch den Widerſtand der Luft verzögert und dies deſtomehr, je gröſſer in jedem beſondern Falle dieſer Widerſtand in Vergleichung mit dem Gewicht des herab fallenden Kör-

pers

mes iſt. Daher kommt es, daß eine kleine Pflaumfeder mit einem Stück Bley oder einem Steine nicht in gleicher Zeit von einerley Höhe herab fällt. Je kleiner die Fläche des herab fallenden Körpers iſt, deſtoweniger lufttheilchen ſind demſelben im Wege, und der Widerſtand der luft hat bey ſonſt gleichen Umſtänden deſto weniger Wirkung, beſonders wenn der Körper ſelbſt ein anſehnliches ſpecifiſches Gewicht hat. Man muß alſo bey Verſuchen, die in freyer luft angeſtellet werden, zufrieden ſeyn, wenn der Erfolg mit den bisher erklärten Geſetzen nur beynahe zuſammen trift. Die Gründe der Unterſuchung darüber, wie ſich der Widerſtand der luft mit in Rechnung bringen laſſe, werden weiter unten vorkommen.

53. §.

Wofern vermöge der Erfahrung das im 49. §. gefundene allgemeine Geſetz richtig befunden wird, ſo beſtätiget ſich zugleich dadurch die im 47 §. angenommene Vorausſetzung, daß die Maſſen in der Natur von der Schwere gleichförmig beſchleuniget werden. Johann Baptiſta Ricciolus hat mit ſeinem gewöhnlichen Gehülfen Grimaldo oft darüber Verſuche angeſtellt; er hat aus Kreide verfertigte Kugeln $\frac{1}{2}$ Pfund ſchwer von verſchiedenen Thürmen und aus den Fenſtern anderer hoher Gebäude herabfallen laſſen, und nach ſeinen Beobachtungen war

in der Zeit von				die Höhe des Falles		
		50	Tertien	10	Römiſche	Fuß
1	Sec.	40	Tertien	40	—	—
2	—	30	—	90	—	—
3	—	20	—	160	—	—
4	—	10	—	250	—	—

Ein andermahl war

in der Zeit von	die Höhe des Falles
1 Secunde	15 Fuß
2 Secunden	60 —
3 — —	135 —
4 — —	240 —

(M. ſ. Riccioli Almag. Nov. Lib. II Cap. XXI. pag. 89. 90). Dieſe Reſultate treffen ſo genau mit dem erwehnten Geſetze zuſammen, daß man faſt vermuthen muß, Ricciolus habe kleine Abweichungen, die vom Widerſtande der Luft und andern nicht wohl ganz vermeidlichen Fehlern der Beobachtung herrühren, weggelaſſen. Nach des H. *Dechales* Verſuchen (M. ſehe deſſen Mundum Mathem. Stat. Lib. II. Prop. II.) wäre die Höhe des Falles

in $\frac{1}{2}$ Secunde	$4\frac{1}{4}$ Fuß
— 1 Secunde	$16\frac{1}{2}$ —
— $1\frac{1}{2}$ Secunden	36 —
— 2 —	60 —
— $2\frac{1}{2}$ —	90 —
— 3 —	123 —

Obgleich dieſe Zahlen nicht ſo gut mit dem Geſetze übereinſtimmen, vermöge deſſen die Höhen des Falles ſich wie die Quadrate der Zeiten verhalten ſollen: ſo kann es doch wegen des Widerſtandes der Luft, der bey zunehmender Geſchwindigkeit immer größer wird, kaum anders erwartet werden, als daß die wirklich beobachteten Höhen den berechneten deſto weniger nahe kommen, je mehr Zeit ſeit dem Anfang der Bewegung verfloſſen iſt. Galilaeus a Galilaeis, der eigentlich die Richtigkeit jenes erwähnten Geſetzes zuerſt in ſeinen Dialogis de motu bewieſen hat, ſtellte die Verſuche auf eine etwas andre Art an, wovon noch weiter unten mehr Nachricht folgen wird.

54. §.

Nach dem Riccioli wäre die Höhe des Falles in der erſten Secunde 15 Römiſche Fuß, und

nach

nach den Dechales $16\frac{1}{4}$ Fuß. Beydes iſt aus Verſuchen geſchloſſen, die in der freyen Luft angeſtellt ſind, wobey kleine Fehler in Beſtimmung dieſer Höhe faſt unvermeidlich waren. Bey Körpern von verſchiedener Gröſſe und verſchiedenem Gewicht iſt dieſe Höhe, wovon ſie in freyer Luft während der erſten Zeitſecunde fallen, nothwendig verſchieden, und es wäre doch intereſſant, die eigentliche Höhe zu wiſſen, wovon jeder ſchwere Körper, er ſey groß oder klein, mehr oder weniger ſchwer, völlig frey herab fallen würde. Man hat nach der Zeit Mittel gefunden, aus andern Beobachtungen, die nicht ſo mühſam anzuſtellen ſind, dieſe Höhe richtig genug durch Rechnung zu finden; ſie beträgt $15\frac{5}{8}$ Rheinländiſche Fuſſe.

So groß iſt demnach AB bey den Schlüſſen 6. im 48 u. 49. §., woſelbſt AB dieſe Höhe des Fig. freyen Falles in der erſten Secunde vorſtellte. Daſelbſt war ferner BC der Weg, den die Maſſe blos wegen der Trägheit in der zweyten Secunde gleichförmig mit unveränderter Geſchwindigkeit durchlaufen würde, wenn die Schwere während der zweyten Secunde nicht wirkſam wäre. Es war demnach $BC = 2AB$ die der Maſſe von der Schwere in der erſten Secunde mitgetheilte Geſchwindigkeit: alſo weiß man nun, daß dieſe 2mahl $15\frac{5}{8}$ oder $31\frac{1}{4}$ Rheinl. Fuß betrage.

55. §.

Eben dieſe Zahlen dienen, in jedem Fall zu finden, wie groß die Geſchwindigkeit ſey, welche

die Schwere dem herab fallenden Körper mitgetheilt hat, wenn entweder die während des Falles verfloſſene Zeit, oder ſtatt deſſen die Höhe des Falles bekannt iſt. Wenn die in einer Secunde mitgetheilte Geſchwindigkeit von $31\frac{1}{4}$ Fuß mit der Anzahl der verfloſſenen Secunden multiplicirt wird, ſo hat man die dem Körper in der ganzen verfloſſenen Zeit mitgetheilte Geſchwindigkeit.

Weiß man dagegen, der Körper iſt $140\frac{5}{8}$ Fuß tief herab gefallen, ſo dividire man dieſe Höhe mit $15\frac{5}{8}$ Fuß als der Höhe des Falles in der erſten Secunde, der Quotient 9 iſt die Quadratzahl der verfloſſenen Zeit. Mithin ſind während des Falles 3 Secunden Zeit verfloſſen, und man findet nach der kurz vorhin bemerkten Regel die dem herabgefallenen Körper mitgetheilte Geſchwindigkeit von 3mahl $31\frac{1}{4}$ oder $93\frac{3}{4}$ Fuß.

56. §.

Wenn die Höhe des Falles bekannt iſt, ſo kann man auch die während des Falles dem Körper mitgetheilte Geſchwindigkeit kürzer finden, ohne daß es nöthig wäre, vorher die während des Falles verfloſſene Zeit zu ſuchen. Weil nemlich die Höhen des Falles ſich wie die Quadratzahlen der erlangten Geſchwindigkeit verhalten, (49. §.) ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen des Falles.

Nach

Nach Verlauf der erſten Secunde iſt die Höhe des Falles $15\frac{5}{8}$ Rheinl. Fuß, und die Geſchwindigkeit 2mahl $15\frac{5}{8}$ Rheinl. Fuß. Der Körper ſey 1000 Rheinl. Fuß hoch herab gefallen, ſo findet man ſeine Geſchwindigkeit nach der Proportion.

$\sqrt{15{,}625} : \sqrt{1000} = 2\text{mahl}\ 15{,}625 : \text{geſ. Zahl},$

Hier kann man das erſte und dritte Glied mit $\sqrt{15{,}625}$ dividiren, ſo erhält man

$1 : \sqrt{1000} = 2\text{mahl}\ \sqrt{15{,}625} : \text{geſ. Zahl}.$

und man findet $2\sqrt{15{,}625}$, oder 250 Rheinl. Fuß als diejenige Geſchwindigkeit, welche ein Körper erlangt, wenn er 1000 Rheinländiſche Fuß hoch herab fällt.

Daraus folgt die kurze Regel: man multiplicire die gegebene Höhe des Falles mit der Zahl 15,625 und aus dem Product ziehe man die Quadratwurzel: dieſe doppelt genommen iſt die geſuchte Geſchwindigkeit, welche ein Körper erlangt, wenn er 1000 Rheinl. Fuß hoch herab fällt.

Wäre nun die Höhe nur 140,625 Fuß, ſo multiplicirt man 140,625 mit 15,625, und erhält 2197,265625. Davon iſt die Quadratwurzel 46,875 und dieſe doppelt genommen giebt 93,75 Fuß für die Geſchwindigkeit, welche der Körper erlangt, wenn er $140\frac{5}{8}$ Fuß hoch herab fällt.

57. §.

Auch umgekehrt könnte man fragen, von welcher Höhe ein ſchwerer Körper herab fallen muß, wenn er eine Geſchwindigkeit von gegebener Gröſſe erlangen ſoll. Weil die Höhen ſich wie die Quadratzahlen der Geſchwindigkeiten verhalten, und mit der Höhe von $15\frac{5}{8}$ Fuß die Geſchwindigkeit 2mahl $15\frac{5}{8}$ Fuß zuſammengehört; ſo wird die mit der Geſchwindigkeit von $93\frac{3}{4}$ Fuß zuſammengehörige Höhe vermittelſt nachſtehender Proportion gefunden.

$(2\text{mahl}\ 15\frac{5}{8})^2 : (93\frac{3}{4})^2 = 15\frac{5}{8} : \text{geſ. Zahl}.$

$4\text{mahl}\ (15\frac{5}{8})^2 : 93{,}75^2 = 15\frac{5}{8} : \text{geſ. Zahl}.$

Das erſte und dritte Glied kann man noch mit $15\frac{5}{8}$ dividiren, ſo erhält man

$4 \text{mahl } 15\frac{5}{8} f : 93{,}75^2 = 1 :$ geſ. Zahl,

und man muß die Quadratzahl $93{,}75^2$ der gegebenen Geſchwindigkeit mit der vierfachen Höhe des freyen Falles in der erſten Secunde dividiren, um die mit der gegebenen Geſchwindigkeit zuſammengehörige Höhe zu finden. In dem hier gewählten Exempel findet man $93{,}75^2 = 8789{,}0625$, und das mit 4mahl 15,625 oder mit 62,5 dividirt giebt die geſuchte Höhe = 140,625 Rheinl. Fuß.

58. §.

Was beym freyen lothrechten Fall einer ſchweren Maſſe allmählige Vermehrung der Geſchwindigkeit iſt, das wird allmählige Verminderung der Geſchwindigkeit, oder **Verzögerung** der Bewegung, wenn die ſchwere Maſſe durch ſonſt eine andre von der Schwere verſchiedene bewegende Kraft in eine lothrecht ſteigende Bewegung iſt verſetzt worden. Dem ſchweren Punct
7. Fig. A, welcher von A nach D lothrecht in die Höhe ſteigt, ſey von irgend einer andern Kraft in dieſer Richtung AD eine eben ſo groſſe Geſchwindigkeit mitgetheilt worden, als ihm die Schwere würde mitgetheilt haben, wenn er von einer ſo groſſen
6 Fig. Höhe AF herab gefallen wäre, daß während der Bewegung 3 Secunden Zeit verfloſſen wären. Man ſiehet wohl, daß dieſe Geſchwindigkeiten gleich ſeyn könnten, obgleich die Richtungen beyder Bewegungen nicht einerley ſind.

Mit dieſer Geſchwindigkeit würde der Punct
7. Fig. A um eine Höhe AB von 3 mahl $31\frac{1}{4}$ Fuß oder

6 mahl

6 mahl $15\frac{5}{8}$ Fuß in der erſten Zeitſecunde, und zwar mit gleichförmiger Bewegung ſteigen, wenn er bloß träge nicht ſchwer wäre. Allein die Schwere macht, daß er während der erſten Secunde zugleich um eine Höhe BC von $15\frac{5}{8}$ Fuß herab fällt. Weil nun beydes zugleich geſchehen muß, ſo hat das den Erfolg, daß der ſchwere Punct am Ende der erſten Secunde nicht in B ſondern allererſt in C anlangt, und von A bis C nur 5 mahl $15\frac{5}{8}$ Fuß hoch geſtiegen iſt,

Ueberdem hat er während dieſer erſten Secunde den dritten Theil ſeiner Geſchwindigkeit verlohren, alſo würde er in der zweyten Zeitſecunde allein wegen der Trägheit mit gleichförmiger Bewegung um eine Höhe CD von 2 mahl $31\frac{1}{4}$ Fuß oder viermahl $15\frac{5}{8}$ Fuß ſteigen, wenn die Schwere nicht machte, daß er auch während der zweyten Secunde wieder um eine Höhe DE von $15\frac{5}{8}$ Fuß herab fiele. Er ſteigt alſo in der zweyten Secunde nur von C bis E um eine Höhe von 3mahl $15\frac{5}{8}$ Fuß, und hat in dem Augenblick, da er in E anlangt, abermahl ein Drittel ſeiner anfänglichen Geſchwindigkeit verlohren.

Dieſemnach würde er während der dritten Secunde von E nach F noch $31\frac{1}{4}$ Fuß hoch mit gleichförmiger Bewegung ſteigen, wenn er nicht wegen der Schwere abermahl in eben der Zeit $15\frac{5}{8}$ Fuß tief herab fiele. Er ſteigt alſo in der dritten Secunde von C bis D noch $15\frac{5}{8}$ Fuß hoch, und hat in dem Augenblick da er in D an-

langt, das letzte Drittel ſeiner anfänglichen Geſchwindigkeit verlohren. Dieſemnach iſt er am Ende der dritten Secunde, ſo wie er in D anlangt, völlig in Ruhe, und weil die Schwere zu wirken fortfährt, ſo muß ſich in demſelben Augenblick eine neue Bewegung nach entgegen geſetzter Richtung wieder anfangen, wofern ſolches nicht etwa durch eine andre hinzukommende Urſache geändert wird.

59. §.

Aus dieſen Schlüſſen folgt, daß man leicht durch Rechnung finden könne, wie hoch ein ſchwerer Körper im völlig leeren Raum ſteigen, und wie viele Zeit während ſeiner Bewegung verflieſſen müſſe, wenn diejenige Geſchwindigkeit bekannt iſt, womit er lothrecht in die Höhe zu ſteigen anfängt. Dieſe Geſchwindigkeit ſey welche ſie wolle, ſo läßt ſich doch allemahl finden, wie hoch ein ſchwerer Körper herabfallen müßte, wenn er eine eben ſo große Geſchwindigkeit erlangen ſollte, und wie viele Zeit während des Falles verflieſſen müßte. Eben dieſelbe Höhe würde nun der ſchwere Körper auch mit ſeiner ſteigenden Bewegung erreichen und eben ſoviele Zeit würde auch während der ſteigenden Bewegung verflieſſen.

Geſetzt der ſchwere Körper fange ſeine ſteigende Bewegung mit einer Geſchwindigkeit von 125 Fuß in einer Secunde an: das heißt, er wür-

würde allein wegen der Trägheit in der erſten Secunde 125 Fuß hoch mit gleichförmiger Bewegung ſteigen. Weil die Schwere jeder freyfallenden Maſſe in der erſten Secunde 31¼ Fuß Geſchwindigkeit, und in jeder folgenden Secunde eben ſoviel neue Geſchwindigkeit mittheilt; ſo dividire man 125 Fuß mit 31¼ Fuß, das giebt 4 Zeitſecunden. So viele Zeit wird während der ſteigenden Bewegung verfließen. Denn eben ſo viele Zeit müßte während des Falles einer ſchweren Maſſe verflieſſen, wenn ſie 125 Fuß Geſchwindigkeit erlangen ſollte (55. §.).

In 4 Secunden fällt die Maſſe 16mahl tiefer als in 1 Secunde, und in einer Secunde beträgt der Fall 15⅝ Fuß, mithin beträgt er in 4 Secunden 250 Fuß. Eben ſo hoch wird die ſchwere Maſſe lothrecht in die Höhe ſteigen, wenn ihre ſteigende Bewegung mit der Geſchwindigkeit von 125 Fuß anfängt.

Eben dieſe Höhe wird vermöge der im 56 §. bewieſenen Regel gefunden, wenn man die Quadratzahl von 125 nehmlich die Zahl 15625 mit 62,5 dividirt.

Der

Der IV. Abſchnitt.

Erklärung der Begriffe von der Zuſammengeſetzten und relativen Bewegung, auch von der Zuſammenſetzung der Kräfte, mit einigen Anwendungen.

60. §.

8. Fig. Das Rechteck ABDC ſtelle den Grundriß eines viereckten Zimmers vor, und AB, AC, zwey in der Ecke A zuſammenlaufende Wände. In der Ecke A ſtehe anfangs eine Perſon, die hierauf in der Diagonallinie AD, gradesweges nach der gegenüber liegenden Ecke D fortgehet. Indem die Perſon dieſen Weg nimmt, entfernt ſie ſich nicht allein in der graden Linie AD von ihrer erſten Stelle A, ſondern ſie entfernt ſich überdem auch noch beydes zugleich von den beyden Wänden AB und AC des Zimmers. Wenn dieſe Perſon von A nach P gekommen iſt, ſo hat ſie ſich von der Wand AC um den Weg NP entfernt, der eben ſo groß als AM iſt, von der Wand AB aber um den Weg MP, der mit AN einerley Länge hat. In dieſem Sinne kann man ſich die Bewegung der Perſon in der Diagonallinie AP ſo vorſtellen, als wäre ſie aus zween Bewegungen zuſammengeſetzt deren Rich-

tun-

tungen mit den Seitenlinien AM und AN parallel ſind.

Wenn A einen materiellen Punct vorſtellet, der in der geraden Linie AD mit gleichförmiger Bewegung fortrückt, ſo kann man dieſe Bewegung ebenfalls ſo betrachten, als wäre ſie aus zwoen andern mit Seitenlinien AB und AC des Rechtecks ABCD parallelen Bewegungen zu geſetzt. Uebrigens könnte auch ABDC ein ſchiefwinklichtes Parallelogramm ſeyn, und man könnte dennoch die Bewegung eines Puncts, der in der Diagonallinie fortrückt ſo betrachten, als wäre ſie aus zwoen andern mit den Seitenlinien parallelen Bewegungen zuſammengeſetzt.

61. §.

Es ſey AP der Weg, welchen der Punct A in der Diagonallinie AD mit gleichförmiger Bewegung in einer Secunde zurück legt, alſo ſeine Geſchwindigkeit: ſo ſind MP oder AN, und NP oder AM, die Wege, welche der Punct mit der den Seitenlinien parallelen Bewegung gleichfalls in einer Secunde zurück legt. Wenn man nun dieſe mit den Seitenlinien parallelen Bewegungen Kürze halber die **Seitenbewegungen** nennt, ſo findet bey denſelben der Begriff von der Geſchwindigkeit in eben dem Sinn ſeine Anwendung, wie bey der **mittlern Bewegung** in der Diagonallinie. Es ſind nemlich NP oder AM, und MP oder AN die **Seitengeſchwindigkeiten**.

62. §.

In ſolchen Fällen, wenn über die Bewegung mehrerer Puncte zugleich Unterſuchungen anzuſtellen ſind, kommt es oft nur darauf an, daß man angeben könne, wie ſich der Ort des einen in Anſehung des andern ändre. Man nennt das den **relativen** Ort, und die Aenderung dieſes relativen Ortes die **relative Bewegung**. Wenn
8. Fig. ſich zweene Puncte P und Q in einer und eben derſelben graden Linie AD gleich ſchnell bewegen, ſo werden ſie einander immer in einerley Entfernung PQ folgen. Der eine Q iſt nun in Anſehung des andern P in **relativer** Ruhe, weil er ſeine Entfernung von P gar nicht ändert. Nur alsdenn iſt Q in Anſehung des andern Puncts P in Bewegung, wenn die Geſchwindigkeiten ungleich ſind, womit ſich ein jeder von dieſen Puncten für ſich fortbewegt. Iſt des vordern Puncts Q Geſchwindigkeit gröſſer, als die Geſchwindigkeit des hintern P, wenn ſich übrigens beyde gleichförmig bewegen; ſo entfernt ſich Q nach und nach immer mehr von P. Will man alsdenn wiſſen, um wieviel ſich Q in jeder Secunde von P weiter entfernt, ſo muß man den Weg, um welchen P in einer Secunde fortrückt, von dem Wege abziehen, um welchen Q ſich in einer Secunde fortbewegt. Das heißt man findet die **relative Geſchwindigkeit** des Puncts Q gegen P, wenn man die wahre Geſchwindigkeit des Puncts P von der wahren Geſchwindigkeit des Puncts Q abziehet.

Wä=

Wäre des Punct P Geſchwindigkeit gröſſer, als die Geſchwindigkeit des voranlaufenden Q ſo würden die Puncte ſich einander nähern, und man müßte die Geſchwindigkeit des voran laufenden Puncts Q von der Geſchwindigkeit des nachfolgenden P abziehen, um die **relative Geſchwindigkeit** zu finden, womit P ſich dem Punct Q nähert.

63. §.

Es ſey nun ABCG ein feſter jedoch bloß träger Körper ohne Schwere, an den Stellen A, B, C, ſtelle man ſich kleine Haken, oder etwas dergleichen vor, damit an einem jeden eine Schnur befeſtigt werden könne. Bey A hänge ein Gewicht P, das lothrecht nach unten zieht. Die an B befeſtigte Schnur ſey bey D über eine Rolle geführt, und an derſelben das Gewicht Q gehängt, welches den Theil BD der Schnur in eine ſolche Lage horizontal ausdehnt, daß AP und BD verlängert einander in G ſchneiden. An C ſey die dritte Schnur befeſtiget, bey E über eine Rolle gezogen, und ein Gewicht R daran aufgehängt, welches die Schnur in eine ſolche Lage CE dehnt, daß dieſe gerade Linie CE verlängert ebenfalls durch G laufe. Dieſe Vorſtellung giebt einen beſondern Fall davon, daß an einem feſten Körper drey verſchiedene Kräfte angebracht ſeyn können, wovon jede für ſich denſelben nach einer eigenen Richtung hinbewegen würde, wenn ſie allein da wäre. Wenn alsdenn auch der 10. Fig.

Kör-

Körper ABC ſchwer und G ſein Schwerpunct iſt, ſo kann man durch P das Gewicht dieſes Körpers verſtehen; alsdann iſt es eben ſoviel, als wenn der Körper bloß träge wäre, bey A aber eine Kraft lothrecht nach unten zöge, die ſeinem Gewicht gleich wäre.

Die Statick lehrt nun, daß die drey Kräfte P, Q, R, einander unter folgenden Bedingungen im Gleichgewicht erhalten. Man verlängere CE durch G nach L, und ziehe LH mit GD, LF mit GP parallel: ſo erhält man ein Parallelogramm FGHL. Wenn nun jede von den Kräften P, oder Q, deren Richtung mit einer Seitenlinie des Parallelogramms zuſammen fällt, ſich gegen die Kraft R, deren Richtung der Diagonallinie GL grade entgegen geſetzt iſt, ſo verhält, wie die mit P oder Q zuſammengehörige Seitenlinie GH, oder GF, zur Diagonallinie GL; ſo erhalten die drey Kräfte einander im Gleichgewicht.

64. §.

Um dies durch die Anwendung auf einen beſondern Fall noch mehr zu erläutern, ſey GH drey Zoll lang und GF vier Zoll, ſo wird vermöge des Pythagoriſchen Theorems GL fünf Zoll lang. Wenn alsdenn die Gewichte P, Q, R, nach der Ordnung 3, 4, und 5 ℔ betragen, ſo erhalten ſie einander im Gleichgewicht.

Wenn ſtatt der Kräfte P und Q nach der Richtung der Diagonallinie GL eine Kraft von

5 Pfund

5 Pfund zöge, ſo wäre auch dieſe mit der Richtung GE ziehenden Kraft R im Gleichgewicht Aus der vereinigten Gewalt der beyden Kräfte P und R, deren Richtungen mit den Seitenlinien des Parallelogramms zuſammen fallen, und welche Kürze halber, die Seitenkräfte heiſſen, entſteht alſo in der Richtung der Diagonallinie ein Druck, welcher **die mittlere Kraft**, oder der **mittlere Druck** heiſſen kann: dieſer mittlere Druck verhält ſich zu jeder von den Seitenkräften, wie die Diagonallinie des Parallelogramms zu der mit der Seitenkraft zuſammengehörigen Seitenlinie. Beweiſe hievon werden in der angewandten Mathematik gegeben, hier kann die Sache durch Verſuche ſinnlich gemacht werden.

(M. ſ. den Lehrbegriff der geſ. Math. 1 Th. 2 Aufl. 2 Band im V Abſchnitt der Statick).

65. §.

Würde die Kraft R weggenommen, ſo würden beyde Kräfte P und Q augenblicklich den Körper in Bewegung ſetzen, und die Richtung ſeiner Bewegung würde mit der lage der Diagonallinie GL zuſammenfallen. Der Körper würde beydes zugleich, lothrecht herabſinken, und in der horizontalen Richtung GD fortrücken. Die über die Rolle D geführte Schnur mit dem daran hängenden Gewicht Q war bisher nur ſinnliche Abbildung der in der Richtung GD wirkenden Kraft. Statt deſſen ſtelle man ſich vor, daß alle Elemente des Körpers eben ſo in horizontaler mit

GD parallerer Richtung gedrückt werden, wie alle dieſe Elemente von der Schwere einen Druck lothrecht nach unten leiden, nur daß der horizontale Druck, den jedes Element leidet, wohl ſtärker oder ſchwächer als der lothrechte ſeyn könnte; ſo entſteht aus der vereinigten Gewalt aller dieſer Preſſungen ein mittlerer Druck, deſſen Richtung GD durch den Schwerpunct geht, und der ſo groß iſt, als die horizontale Preſſungen zuſammen genommen. Dieſen mittlern Druck nach GD kann man ſich auch allein, und eben ſo den mittlern Druck GP der natürlichen Schweere allein vorſtellen. Bleiben dieſe beyden Preſſungen ununterbrochen wirkſam, ſo erfolgt die Bewegung des Körpers ununterbrochen in der Richtung der Diagonallinie GL, die Bewegung wird nach ähnlichen Geſetzen, wie die Bewegung der frey und lothrecht herabfallenden ſchweren Körper beſchleuniget. Wer aber von der ganzen Sache vollſtändiger unterrichtet ſeyn will, der muß mehr Mathematik ſtudiren, als die kurzen Lehrbücher gewöhnlich enthalten.

66. §.

Wenn die Bahn eines in Bewegung befindlichen Körpers eine krumme Linie iſt, ſo kann die Bewegung nicht bloß nach den Geſetzen der Trägheit erfolgen, weil die Bahn ſonſt gradlinicht ſeyn müſte (8. §). Demnach muß eine bewegende Kraft auf den Körper wirken, und ihn nöthigen, ſtatt des gradlinichten Weges einen krumm-

krummlinichten Weg zu nehmen. Beyſpiele von ſolchen krummlinichten Bewegungen hat man bey ſchweren Körpern, die nicht lothrecht, ſondern nach einer gegen den Horizont geneigten Richtung in die Höhe geworfen werden. Ein ſpringender Waſſerſtrahl, wenn die Springröhre nicht lothrecht, ſondern ſchief ſtehet, zeichnet die Bahn, welche das Waſſer nimmt, dem Auge ganz ſinnlich vor.

67. §.

Um eine Probe davon zu geben, wie man ſich verhalten könnte, um die Bahn des geworfenen Körpers zu zeichnen, ſtelle man ſich vor, der geworfene Köper ſey eine Bombe oder eine Kanonkugel, welche durch die Gewalt des entzündeten Schießpulvers aus der Mündung des Mörſers oder der Kanone herausgetrieben wird: ſo hat man nur nöthig die Bewegung des Schwerpuncts der Kugel zu betrachten, weil die Umlaufsbewegung, welche der Stoß des Pulvers ihr vielleicht ebenfalls mittheilt, hier bey ſeit geſetzt wird. Wenn die Achſe des Mörſers oder der Kanone die Lage hat, welche AT vorſtellet, ſo wird auch die Geſchützkugel in dieſer Richtung 12. Fig. zu ſteigen anfangen. Das Stück AB dieſer graden Linie ſtelle den Weg vor, den die Kugel in der erſten Secunde mit gleichförmiger Bewegung zurücklegen würde, wenn ſie bloß träge nicht ſchwer wäre, ſo iſt das die von der Gewalt des Pulvers ihr mitgetheilte Geſchwindigkeit. Aus

B ſey BC auf den Horizont ſenkrecht, BD ſey horizontal gezogen, und AD lothrecht aufgerichtet; ſo zerlegt ſich die Geſchwindigkeit AB als eine mittlere betrachtet, in die Seitengeſchwindigkeiten AC nach horizontaler und AD nach verticaler Richtung. Das will ſagen, wenn die Kugel bloß träge nicht ſchwer wäre, ſo würde ſie nach horizontaler Richtung alle Secunden einen Weg = AC, und mit der lothrecht ſteigenden Bewegung zugleich alle Secunden einen Weg = AD zurücklegen.

Die horizontale Bewegung wird von der Schwere gar nicht geändert, ſondern allein nach den Geſetzen der Trägheit fortgeſetzt. Die verticale Bewegung verzögert die Schwere nach den oben ſchon erklärten Geſetzen, und man kann von Secunde zu Secunde die Stelle finden, wo ſelbſt ſich alsdenn der Körper in ſeiner Bahn befindet.

68. §.

Um dies durch ein Exempel zu erläutern, ſey AB = 1000 Fuß, und der Erhöhungswinkel EAB des Geſchützes $53° 7\frac{1}{2}'$, ſo iſt, wie man mit Hülfe der Trigonometrie findet AC = 600 F. und AD = 800 Fuß. Will man nun wiſſen, wo iſt die Kugel 5 Secunden nach geſchehenem Schuſſe? ſo weiß man, daß ſie jetzt 5 mahl 600 Fuße, alſo 3000 Fuß nach horizontaler Richtung von der Stelle A entfernt ſey. Nach verticaler Richtung wäre ſie 5 mahl 800 oder 4000 Fuß hoch allein wegen der Trägheit geſtiegen, und we-

wegen der Schwere iſt ſie 25 mahl $15\frac{5}{8}$ alſo $390\frac{5}{8}$ Fuß tief herab gefallen: demnach befindet ſie ſich in dieſem Augenblick 4000 weniger $390\frac{5}{8}$, mithin $3609\frac{3}{8}$ Fuß hoch über der Horizontallinie AH. Wenn man die Figur nach dem verjüngten Maaßſtabe zeichnet, ſo kann man nun AP 3000 Fuß lang, und die lothrechte Linie PM $3609\frac{3}{8}$ Fuß hoch machen; alsdenn iſt M die Stelle, wo ſich in dieſem Augenblick der Mittelpunct der Kugel befindet. Sucht man ſo von Secunde zu Secunde die Stellen M für die Kugel; ſo kann man hiernächſt eine krumme Linie durch alle dieſe Puncte durchführen, welche die Bahn des geworfenen Körpers vorſtellet. In der Mechanik wird bewieſen, daß dieſe Linie die in der höhern Geometrie ſo genannte Parabel ſey, wie es Galiläus ſchon gefunden hat. Doch muß man bemerken, daß bey dieſen Schlüſſen der Widerſtand der Luft nicht iſt in Betrachtung gezogen worden, welcher die Figur der Bahn, und alle ihre Abmeſſungen deſto mehr ändert, je ſchneller die Bewegung des geworfenen Körpes iſt; denn es wird deshalb die Krümmung GH allemahl kürzer ſeyn, oder ſchneller nach H ſich neigen, als ſie von A nach G geſtiegen.

69. §.

Eigentlich ſind die Richtungen der Schwere nicht aufs vollkommenſte einander parallel, ſie laufen vielmehr im Mittelpunct der Erde zuſammen. Bey Unterſuchungen über die Bahn der Geſchützkugeln, wovon eben eine Probe iſt gegeben

ben worden, hat die ganz geringe Abweichung dieſer Richtungen von der parallelen Lage keinen merklichen Einfluß: allein es giebt auch andre für den Naturforſcher merkwürdige Fälle, wo ein in Bewegung befindlicher Körper der Wirkung einer Kraft ausgeſetzt ſeyn kann, die ihn beſtändig gegen einerley Punct zu treiben ſtrebt. Vielleicht könnte wohl der Mond ſelbſt ein gegen die Erde ſchwerer Körper ſeyn, der während ſeines Umlaufs um die Erde beſtändig gegen ihren Mittelpunct getrieben würde. Eine Kraft muß da ſeyn, die ihn nöthiget, um die Erde zu laufen, nach den Geſetzen der Trägheit könnte ſeine Bahn keine in ſich ſelbſt zurücklaufende krumme Linie ſeyn.

70. §.

Eine Kugel, die auf einer wagrechten Ebene ruhig liegt, fängt an in Bewegung zu kommen, ſo bald die Ebene nur ein wenig gegen den Horizont geneigt wird; auch erfolgt eben das mit einer Walze, wenn ihre Axe mit der graden Linie parallel liegt, worin die geneigte und die horizontale Ebene einander ſchneiden. Dagegen liegt ein ſchwerer Körper, welcher mit einer ebenen Grundfläche an der geneigten Ebene anſchließt, auch auf der geneigten Ebene noch ruhig, wenn der Neigungswinkel wenige Grade beträgt. Man weiß, daß dies von der Friction herrühe, weil die Oberflächen der Körper nicht vollkommen glatt ſind; denn ſonſt müſte jeder Körper,

auch

auch wenn er mit einer ebenen Grundfläche an der geneigten Ebene anliegt, längſt derſelben herabgleiten, der Neigungswinkel ſey ſo klein, als er wolle.

Es ſey ABDK eine geneigte Ebene, BD ihre Durchſchnittslinie mit einer wagrechten Ebene, und AB auf BD ſenkrecht. Wenn alsdenn AC vertical und BC horizontal iſt, ſo ſtellt CBA den Neigungswinkel vor, und AB iſt die Länge der ſchiefen Ebene, AC ihre Höhe. Auf der geneigten Ebene liege nun ein ſchwerer Körper, deſſen Schwerpunct G iſt. Bey L befinde ſich ein Haken oder etwas dergleichen, woran man eine Schnur befeſtigen kann, und dieſe ſey mit der ſchiefen Ebene parallel über eine bey A angebrachte Rolle oder Walze gezogen, um bey N ein Gewicht daran zu hängen, das den Körper auf der ſchiefen Ebene im Gleichgewicht erhalte. Alsdenn muß nach den Geſetzen des Gleichgewichts die erhaltende Kraft bey N im Gewicht der auf der geneigten Ebene liegenden Maſſe G ſovielmahl enthalten ſeyn, als die Höhe AC der geneigten Ebene in ihrer Länge AB enthalten iſt. 11. Fig.

Die Friction hat übrigens mit Antheil daran, wenn ein hohler Cylinder einen kurzen Weg längſt der der ſchiefen Ebene hinauf ſteiget, und ohne wieder herab zu rollen darauf ruhig liegen bleibt. Es muß am innern Umfange ein Stück Bley oder ſonſt etwas ſchweres befeſtiget ſeyn, welches den Körper gegen die Seite zudrehet, wo ſich die Ebene hebt, indem zu

gleich da, wo er an der Ebene anſchließt, die Friction das Herabgleiten hindert. Der doppelte aus zweenen gleich groſſen an der Grundfläche zuſammengeſetzten beſtehende Kegel ſcheint zwar aufwärts zu laufen, wenn er queer über eine winkelförmige Unterſtützung gelegt wird, wovon die Schenkel ſich gegen die Spitze zu ſenken und gegen die Oefnung zu heben: aber ſein Schwerpunct ſinkt wirklich eben darum, weil die Schenkel der Unterſtützung ſich aufwärts von einander entfernen, und der doppelte Kegel gegen die Spitzen zu dünner wird, als er in der Mittte iſt. M. ſ. H. Käſtners Unterſuchung des Cylinders, der ſich eine ſchiefe Fläche hinauf zu wälzen ſcheint im 1 Bande der deutſchen Schriften der Königl. Geſellſch. der Wiſſ. zu Göttingen, 113. S. und in den Comment. Novis Petrop. Tom. VI. p. 389. Hrn. Kraffts Abhandlung: Explicatio experimenti paradoxi de aſcenſu coni duplicis in altum ſpontaneo.

71. §.

Das eben angeführte Geſetz des Gleichgewichts könnte und müſte hier eigentlich als anderswo bewieſen angenommen werden, wenn die Naturlehre ihre Gründe mit aus der Mathematik hernehmen und doch von ihr als eine beſondre Wiſſenſchaft unterſchieden werden ſoll, ich will indeſſen den Beweis davon beyfügen, um eine Probe zu geben, wie man die Begriffe von der Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte anwendet.

Der Schwerpunct G iſt dem Druck des ganzen Gewichts der Maſſe nach der lothrechten Richtung GH ausgeſetzt. Wenn nun GF auf der

der geneigten Ebene ſenkrecht, und GE mit ihr parallel iſt, überdem aber HE mit GE, und HF mit GE parallel gezogen wird; ſo ſtellen GE und GF zwo Seitenkräfte vor, und das Gewicht der Maſſe welches in der Richtung der Diagonallinie GH drückt, iſt die jenen beyden gleichgültige mittlere Kraft. Eine Kraft nach der Richtung GP der Richtung GF grade entgegen eben ſo groß, als der Seitendruck nach GF, und überdem eine Kraft in der Richtung GM der Richtung GE grade entgegen, und eben dieſem Seitendruck gleich, würden beyde zuſammen mit dem Druck der Laſt in der Richtung GH das Gleichgewicht halten. Dem Druck nach der Richtung GF widerſtehet die geneigte Ebene völlig, weil er auf ihr ſenkrecht iſt, und dieſer Widerſtand thut eben das, was die Kraft in der Richtung GP thun würde: alſo wird nur in der Richtung GM eine Kraft erfodert, die dem Seitendruck in der Richtung GE gleich und entgegengeſetzt iſt. Aus geometriſchen Gründen aber folgt ferner, daß die Dreyecke GHE und ABC ähnliche Dreyecke ſind, daß alſo GE ſich zu GH wie AC zu AB verhalte, und eben ſo verhält ſich der Druck in der Richtung GE zum Gewicht der Maſſe, die auf der geneigten Ebene erhalten werden ſoll.

72. §.

Wenn dem Seitendruck GE keine Kraft entgegengeſetzt iſt, und die Friction nicht etwa ein

derniß macht, ſo ſinkt der Körper längſt der ſchiefen Ebene mit beſchleunigter Bewegung herab, weil der Seitendruck in der Richtung GE auf die Maſſe des Körpers nach ähnlichen Geſetzen wirkt, wie das ganze Gewicht auf den lothrecht herabfallenden Körper wirken würde. Man nennt dieſen Seitendruck in der mit der ſchiefen Ebene parallelen Richtung das **relative Gewicht** des Körpers und unterſcheidet es von ſeinem **abſoluten Gewicht.** Wenn AC in der Länge AB der geneigten Ebene viermahl enthalten iſt, ſo beträgt das relative Gewicht, des auf ihr liegenden Körpers nur den vierten Theil von ſeinem abſoluten Gewicht, und die Bewegung der auf der Ebene herab ſinkenden Maſſe wird von dieſem relativen Gewicht ununterbrochen mit gleicher Stärke beſchleuniget, eben ſo, wie das abſolute Gewicht die frey und lothrecht herab fallende Maſſe ununterbrochen mit gleicher Stärke beſchleunigen würde. **Dieſemnach müſſen die längſt der ſchiefen Ebene zurück gelegten Wege ſich ebenfalls wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten.**

73. §.

Man wird nicht daran zweifeln, daß einerley Maſſe von einer doppelt ſo groſſen Kraft doppelt ſo ſtark beſchleuniget werde. Das will ſagen, die doppelte Kraft theilt der Maſſe in eben der Zeit doppelt ſoviele Geſchwindigkeit mit, worin die einfache Kraft derſelben Maſſe die einfache Ge-

Geſchwindigkeit mittheilt. Auch legt die Maſſe, wenn ſie von der doppelten Kraft beſchleuniget wird, in jeder willkührlichen gewählten Zeit einen doppelt ſo groſſen Weg zurück, als ſie in eben der Zeit zurück legen würde, wenn die einfache Kraft ſie beſchleunigte *). Wenn alſo ein Körper längſt der ſchiefen Ebene herabſinkt, ſo verhält ſich der Weg, welchen er in einer Secunde, oder in jeder andern willkührlich gewählten Zeit zurück legt, zu dem Wege, welchen er in eben der Zeit beym lothrechten Fall zurück legen würde, wie die Höhe der ſchiefen Ebene, zu ihrer Länge. Beträgt die Höhe $\frac{1}{4}$ der Länge, ſo iſt der auf der ſchiefen Ebene zurück gelegte Weg immer nur um den vierten Theil ſo groß, als er in eben der Zeit wäre, wenn die Maſſe lothrecht herab fiele **).

74. §.

Die Schwere theilt einer jeden lothrecht und frey herabfallenden Maſſe in gleichen Zeiten gleiche Geſchwindigkeiten mit, und das drückt man durch die Redensarten aus, die Schwere beſchleunige jede Maſſe gleichförmig. Wenn man die Höhe, wovon der ſchwere Körper herabgefallen iſt, mit der Quadratzahl der verfloſ-

*) Die völlig ſcharfen Beweiſe hievon findet man im Lehrbegriff der Math. 1 Th. 2 Aufl. 2 Band, III Abſch. der Mechanik.

**) Hievon ſehe man a. a. O. den IV. Abſchnitt der Mechanik.

floſſenen Zeitſecunden dividirt, ſo giebt das die Höhe, wovon er in der erſten Secunde gefallen iſt, und dieſe Höhe doppelt genommen iſt die Geſchwindigkeit, welche die Schwere dem Körper in der erſten Secunde mittheilt. In der zweyten und in jeder folgenden Secunde legt der ſchwere Körper einen anſehnlichen Theil ſeines Weges bloß wegen der Trägheit zurück, überdem aber auch einen **Theil der von der fortdauernden Wirkung der Schwere herrührt.** Dieſes Stück des Weges um welches die Maſſe wegen fortdauernder Wirkung der Schweere weiter rückt, als ſie allein wegen der Trägheit fortgerückt wäre, iſt jedesmahl von einerley Gröſſe, allemahl ſo groß, als der Weg, den die Maſſe in der erſten Secunde zurück legt, auch allemahl halb ſo groß, als der neue Zuſatz von Geſchwindigkeit, welchen die Schwere der Maſſe in jeder Secunde mittheilt.

Dieſe Höhe, welche wie aus dem vorigen ſchon bekannt iſt, $15\frac{5}{8}$ Rheinl. Fuß beträgt, kann für das **Maaß der Beſchleunigung** der Schwere angenommen werden. Wenn eine andre Kraft zwar eben ſo, wie die Schwere **gleichförmig**, aber ſtärker oder ſchwächer beſchleuniget; ſo iſt der Weg, welchen die beſchleunigte Maſſe in der erſten Secunde zurück legt, in eben dem Sinne **das Maaß der Beſchleunigung dieſer Kraft.** Man findet ihn, wenn der zurück gelegte Weg mit der Quadratzahl der verfloſſenen Zeit dividirt wird,

wird, und dieſer Weg doppelt genommen iſt die der Maſſe in der erſten Secunde mitgetheilte Geſchwindigkeit. Es hat wirklich dieſe Bewandniß mit der relativen Schwere, wenn der Körper auf einer ſchiefen Ebene herab ſinkt: ſie wirkt mit der abſoluten Schwere nach einerley Geſetzen, und der ganze Unterſchied beſteht darin, daß die in der erſten, und eben ſo in jeder folgenden Secunde dem herabſinkenden Körper mitgetheilte Geſchwindigkeit kleiner iſt, als beym ſenkrechten Fall. Wird der Weg, welchen der Körper auf der ſchiefen Ebene zurück gelegt hat, mit der Quadratzahl der verfloſſenen Zeit dividirt, ſo findet man den in der erſten Secunde zurück gelegten Weg, und dieſer Weg doppelt genommen iſt die dem Körper in der erſten Secunde von der relativen Schwere mitgetheilte Geſchwindigkeit. Alles übrige erfolgt völlig eben ſo, wie es erfolgt, wenn die abſolute Schwere den Körper beſchleuniget: nur iſt die Beſchleunigung der relativen Schwere in der Beſchleunigung der abſoluten Schwere ſo vielmahl enthalten, als die Höhe der ſchiefen Ebene in ihrer Länge.

75. §.

Wenn die Ebene unter einem kleinen Winkel von wenigen Graden gegen den Horizont geneigt iſt, ſo laſſen ſich die Zeiten des Falles auf der geneigten Ebene bequemer beobachten, als die Zeiten des lothrechten Falles, weil deſto mehr Zeit verfließt, je kleiner die Höhe AC der ſchiefen Ebe- 11. Fig.

Ebene in Vergleichung mit ihrer Länge AB iſt. Hiezu dient eine Kugel, die auf einer glatten Ebene herab rollet, weil der Umlaufsbewegung ungeachtet ihr Schwerpunct nach den eben erklärten Geſetzen beſchleuniget wird. Die Bewegung des Schwerpuncts wird wegen der Umlaufsbewegung nicht verzögert, obgleich einige jedoch nur wenig merkliche Verzögerung vom Widerſtande der Luft herrührt. Galiläus hat vermittelſt vieler Verſuche, die er im Dialogo 3 de motu locali beſchreibt, die Wege des ſchiefen Falles den Quadratzahlen der Zeiten proportional befunden, und dadurch hinlänglich beſtättiget, daß die von ihm entdeckten Geſetze des Falles ſchwerer Körper richtige Naturgeſetze ſind.

Wäre die Ebene AB 25 Fuß lang bey einer Höhe AC von $2\frac{1}{2}$ Fuß, welche den zehnten Theil der Länge ausmacht; ſo wäre die von der relativen Schwere herrührende Beſchleunigung der darauf herab fallenden Maſſe, $\frac{1}{10}$. 15,625 Fuß, alſo 1,5625 Fuß. Wird die ganze Länge von 25 Fuß mit dieſer Beſchleunigung dividirt, ſo findet man die Zahl 16, als die Quadratzahl der Zeit, welche während der Bewegung verfließt: demnach beträgt dieſe Zeit 4 Secunden.

76. §.

11. Fig. **Ein Körper der längſt der ſchiefen Ebene AB herab ſinkt, erlangt durch den ſchiefen**

ſen Fall in dieſer geneigten Richtung eben ſo-viele Geſchwindigkeit, als er erlangt hätte, wenn er von der lothrechten Höhe AC herab gefallen wäre.

Es ſey nemlich AB 5 mahl länger als AC, ſo beträgt die von der relativen Schwere herrühren-de Beſchleunigung nur $\frac{1}{5}$ von der lothrechten Be-ſchleunigung der Schwere, der Körper ſinkt in der erſten Secunde auf der geneigten Ebene nur $3\frac{1}{8}$ Fuß tief, und erlangt in derſelben eine Ge-Geſchwindigkeit von 2 mahl $3\frac{1}{8}$ oder $6\frac{1}{4}$ Fuß. Es ſey nun AB $28\frac{1}{8}$ Fuß lang, ſo hat man die Quadratzahl der Zeit, welche während der Be-wegung von A bis B verfließt, wenn man die ganze Länge von $28\frac{1}{8}$ Fuß mit $3\frac{1}{8}$ Fuß dividirt, welches hier die Zahl 9 giebt, mithin verfließen 3 Secunden Zeit, und in derſelben wächſt die Ge-ſchwindigkeit bis auf 3 mahl $6\frac{1}{4}$ oder $18\frac{3}{4}$ Fuß an.

Beträgt nun AC nur $\frac{1}{5}$ von AB, ſo iſt AC $5\frac{5}{8}$ Fuß lang, und wenn man dieſe Höhe mit $15\frac{5}{8}$ Fuß dividirt, ſo findet man $\frac{9}{25}$ als das Qua-drat der Zeit des lothrechten Falles von dieſer Höhe. Der lothrechte Fall von AC erfordert alſo $\frac{3}{5}$ Secunden Zeit, und während derſelben wächſt die Geſchwindigkeit an bis auf $\frac{3}{5}$ mahl $31\frac{1}{4}$ Fuß, welches $18\frac{15}{20}$ oder $18\frac{3}{4}$ Fuß wie vor-hin beträgt.

Den Beweis, wie er in ſeiner ganzen Allgemein-heit vorgetragen werden kann, findet man im Lehrbe-

griff

griff der geſ. Mathem. 1 Theils 2 Ausg. 2 Band 60 §. Mechanik.

77. §.

Eine ſchwere Maſſe könnte wohl durch ſonſt eine andre von der Schwere verſchiedene Urſache in eine längſt der ſchiefen Ebene hinauf ſteigende Bewegung verſetzt werden: alsdann verwandelt ſich die Beſchleunigung der relativen Schwere in Verzögerung, und der ſchwere Körper ſteigt längſt der ſchiefen Ebene nach eben den Geſetzen hinauf, wie er in der lothrechten Linie hinauf ſteigt, wenn die abſolute Schwere ſeine Bewegung verzögert. Iſt die Geſchwindigkeit gegeben, womit er längſt der ſchiefen Ebene zu ſteigen anfängt, und man ſoll finden, wie hoch er längſt der ſchiefen Ebene hinauf ſteigen werde; ſo ſucht man wie tief er längſt derſelben herabfallen müßte, wenn die relative Schwere ihn eben dieſelbe Geſchwindigkeit mittheilen ſollte, womit er die ſteigende Bewegung anfängt. Einen eben ſo groſſen Weg legt der Körper auch mit ſeiner ſteigenden Bewegung längſt der ſchiefen Ebene zu zurück, und in beyden Fällen verfließt gleichviele Zeit. Um ſich hievon, zu überzeugen, wird nur erfordert, daß man die im 58 §. ſchon vorgetragenen Schlüſſe mit einer kleinen Veränderung anwende, die nur darin beſtehet, daß ſtatt der Beſchleunigung der Schwere beym lothrechten Fall von $15\frac{1}{8}$ Rheinl. Fuſſen hier für die relative Schwere eine kleinere Beſchleunigung in Rechnung gebracht wird, die in $15\frac{1}{8}$ Fuſſen

ſen ſo vielmahl enthalten iſt, als die Höhe der ſchiefen Ebene in ihrer Länge.

78. §.

Bey dieſer ſteigenden Bewegung auf der ſchiefen Ebene gelangt der Körper zu derſelben lothrechten Höhe, die er würde erreicht haben, wenn ihm die erſte Geſchwindigkeit, womit er zu ſteigen anfängt, in lothrechter Richtung wäre mitgetheilt worden.

Die Länge der Ebene ſey 5 mahl gröſſer, als ihre Höhe, ſo beträgt die Beſchleunigung der relativen Schwere, oder bey der ſteigenden Bewegung ihre Verzögerung, $\frac{1}{5}$ von der Verzögerung der abſoluten Schwere bey der lothrecht ſteigenden Bewegung. Auf dieſer geneigten Ebene entzieht alſo die relative Schwere dem Körper in jeder Secunde $\frac{1}{5}$ von $31\frac{3}{4}$ Fuß, oder $6\frac{1}{4}$ Fuß Geſchwindigkeit. Wenn nun diejenige Geſchwindigkeit, womit der Körper zu ſteigen anfängt, $18\frac{3}{4}$ Fuß beträgt, ſo dividire man dieſe mit $6\frac{1}{4}$ Fuß: der Quotient zeigt an, daß 3 Secunden Zeit während der ſteigenden Bewegung auf der geneigten Ebene verflieſſen. Während dieſer drey Secunden ſteigt der Körper längſt der ſchiefen Ebene ſo hoch, als er in eben ſo vieler Zeit darauf herabfallen würde. Es beträgt aber der Fall in der erſten Secunde $\frac{1}{5}$. $15\frac{5}{8}$, oder $3\frac{1}{8}$ Fuß, alſo in drey Secunden 9 mahl $3\frac{1}{8}$ oder $28\frac{1}{8}$ Fuß, und eben ſo hoch würde der Körper längſt der ſchiefen Ebene ſteigen. Weil nun die Länge der

ſchiefen Ebene 5 mahl gröſſer, als ihre lothrechte Höhe iſt, ſo gehört mit jener Länge von $28\frac{1}{8}$ Fuß die lothrechte Höhe von $5\frac{5}{8}$ Fuß, als der 5te Theil zuſammen, und der Körper iſt in lothrechter Richtung $5\frac{5}{8}$ Fuß geſtiegen, wenn er längſt der ſchiefen Ebene $28\frac{1}{8}$ Fuß hinauf geſtiegen iſt.

Hiemit vergleiche man den 57ſten und 59ſten §., und ſuche wie hoch der Körper in lothrechter Richtung ſteigen würde, wenn er ſeine Bewegung mit einer Geſchwindigkeit von $18\frac{3}{4}$ Fuß in 1 Secunde anfinge. Man findet die Quadratzahl von $18,75 = 351,5625$, und das mit 62,5 dividirt giebt ebenfalls die lothrechte Höhe von 5,625 oder $5\frac{5}{8}$ Fuß, wie vorhin.

Der V. Abſchnitt

Von den Geſetzen der Schwungbewegung des einfachen und zuſammen geſetzten Pendels.

79. §.

Bewegende Kräfte, welche wie die Schwere gleichförmig beſchleunigen, heiſſen beſtändige Kräfte. Es könnte aber auch wohl ſolche Kräfte geben, die der bewegten Maſſe im zweyten Zeittheilchen mehr oder weniger Geſchwindigkeit, als im erſten eben ſo groſſen Zeittheilchen mittheilen, und dieſe nennt man ungleichförmig be-

beſchleunigende, oder veränderliche Kräfte. Selbſt die relative Schwere kann eine ſolche veränderliche Kraft werden, wenn ein ſchwerer Körper in einer krummen Linie herabzuſinken genöthiget iſt, ſo daß die Richtung ſeiner Bewegung nicht wie in einem gradlinichten Wege einerley Neigung gegen den Horizont behält, ſondern einer beſtändigen Aenderung unterworfen iſt.

80. §.

Ein ſchwerer phyſiſcher Punct ſey genöthiget, auf einer gebrochenen Linie ABCEG, die ganz in einerley verticalen Ebene liegt, herab zu fallen; ſo erhellet, daß derſelbe in dem Augenblick, da er in der unterſten Stelle G anlangt, eben ſoviele Geſchwindigkeit würde erlangt haben, als wenn er von der lothrechten OG herab gefallen wäre, wenn nur in den Winkelpuncten B, C, D, E, u. ſ. f. nichts von der ſchon erlangten Geſchwindigkeit verlohren würde. Auf dem geneigten Wege AB würde er eben ſoviele Geſchwindigkeit erlangen, als durch den Fall von der lothrechten Höhe OP (76. §.) Auch würde in den Winkelpuncten C, D, E, u. ſ. f. die Geſchwindigkeit ſo groß ſeyn, als ſie durch den lothrechten Fall von den Höhen OQ, OR, OS, u. ſ. f. erlangt wird. Die relative Schwere, welche die Bewegung des herabfallenden Puncts beſchleuniget, würde aber doch während der Bewegung von B bis C kleiner ſeyn, als während des Falles von A bis B. Eben ſo würde auch in C, D, E, und ſo 13. Fig.

ſo ferner, bey jeder Aenderung der Lage des gradlinichten Weges, den der Körper zu nehmen genöthigt iſt, die relative Schwere Aendrung leiden, und in dem Fall, wie ihn die Figur vorſtellet, und in jeden folgenden gradlinichten Theil des ſo gebrochenen Weges kleiner ausfallen, als in dem vorhergehenden, weil die Neigungswinkel gegen den Horizont immer kleiner werden.

Je kleiner die äuſſern Winkel an B, C, D, E, F, ſind, um welche ſich der folgende Theil des gradlinichten Weges von der Lage des nächſtvorhergehenden ablenkt, deſto geringer fällt der Verluſt der Geſchwindigkeit in den Winkelpuncten aus, und wenn durch alle Winkelpuncte A, B, C, D, u. ſ. f. eine krumme Linie läuft, wozu AB, BC, CD, u. ſ. f. als Sehnen gehören, ſo ändert ſich die Lage der Richtung, welche der ſchwere Punct zu nehmen genöthiget iſt, durch unmerkliche Stuffen. Er behält alsdenn bey jeder Aenderung der Lage ſeines Weges die Geſchwindigkeit, welche er ſchon erlangt hatte, und in dem Augenblick, da er in der unterſten Stelle G ankommt, iſt ſeine Geſchwindigkeit eben ſo groß, als die Geſchwindigkeit, welche ein ſchwerer Punct während des Falles von der lothrechten Höhe OG erlangt. Nur die Richtung der Bewegung, wenn der Punct in G anlangt, hängt von der Figur ſeines krummlinichten Weges ab, und ſie iſt in G einerley mit der Lage der graden Linie, welche die krumme Linie unten in G berührt.

81. §

Wenn an einem zarten in C befeſtigten recht beugſamen Faden CA ein ganz kleiner ſchwerer Körper hängt, der hier, ſo lange auf ſeine Geſtalt und Gröſſe noch nicht geſehen werden kann, als ein ſchwerer Punct betrachtet wird; ſo kann derſelbe nur in der lothrechten Lage ruhig hängen. Wird der Faden mit dem daran hängenden ſchweren Punct in die geneigte Lage CB gebracht, und alsdenn ſich ſelbſt überlaſſen, ohne ihm im geringſten einen Stoß zu geben; ſo muß derſelbe von ſeinem eigenen Gewicht in Bewegung geſetzt werden. Dies Gewicht des ſchweren Puncts wirkt in der Richtung der Verticallinie BQ, und der Faden widerſtehet in der Richtung BC. Man verlängere CB nach R, ſetze BS auf CB ſenkrecht und ziehe QR mit BS, QS mit BR parallel, ſo wirkt das Gewicht des ſchweren Puncts in B in der lothrechten Richtung BQ auf denſelben eben ſo, als wenn derſelbe in den Richtungen BR und BS dem Druck zwoer Kräfte ausgeſetzt wäre, die ſich gegen das Gewicht des Punctes wie die genannten Seitenlinien des Parallelogramms gegen die Diagonallinie verhielten. Der Druck gegen BR hat weiter keine Wirkung, als daß er den Faden dehnt, aber der Druck in der Richtung BS bringt den Punct in Bewegung. Der Faden erhält dieſen Punct beſtändig in gleicher Entfernung von C, daher iſt er genöthiget ſeine Bewegung in einem Kreisbogen BMAN fortzuſetzen, wozu BS als eine Tangente gehört. 14. Fig.

82. §.

14. Fig. Dieſer ſchwere Punct ſey aus B nach M im Bogen BM fortgerückt, und MF ſey die lothrechte Richtung ſeines Gewichts, CM ſey nach G verlängert, MT auf CM ſenkrecht, FG und FT aber mit MT und MG parallel. Nimmt man MF eben ſo groß, als BQ, ſo iſt MT kleiner als BS, und man ſiehet wohl, daß dieſe Seitenlinie beym Parallelogramm MGFT deſto kleiner ausfalle, je näher der Punct M der niedrigſten Stelle A iſt. Der Druck nach dieſer Richtung der Tangente MT kann als das relative Gewicht des in M befindlichen ſchweren Puncts, in eben dem Sinn, wie oben im 72 §. angeſehen werden: nur iſt dies relative Gewicht von **veränderlicher Gröſſe.** Es wird deſto kleiner, je näher der Punct M der niedrigſten Stelle A kommt, und verſchwindet ganz, wenn M in A anlangt, woſelbſt die Richtung der Bewegung völlig horizontal wird. Die Bewegung eines ſolchen Puncts wird alſo von einer veränderlichen Kraft beſchleuniget, und dieſe Betrachtungen erläutern zugleich den vorhin feſtgeſetzten Begriff einer veränderlichen Kraft, die nicht wie die Schwere gleichförmig beſchleuniget. Weil der Druck des relativen Gewichts in der Richtung der Tangente nach und nach immer mehr abnimmt, ſo wird auch die in gleichen Zeittheilen hinzukommende Vermehrung der Geſchwindigkeit immer geringer, bis ſie endlich ganz wegfällt, wenn der ſchwere Punct M in A anlangt.

83. §.

83. §.

In dieſem Augenblick hat der ſchwere Punct eine Geſchwindigkeit erlangt, die eben ſo groß iſt, als eine ſchwere Maſſe ſie erlangt, welche von der Höhe DA lothrecht herab fällt; die Richtung ſeiner Bewegung iſt horizontal, und der Punct würde wegen der Trägheit ſeine Bewegung in horinzontaler Richtung mit der erlangten Geſchwindigkeit fortſetzen, wenn ihn der Faden nicht nöthigte im Kreisbogen ANE zu bleiben. Wenn derſelbe über A hinaus bis N fortgerückt iſt, ſo ſind die Richtungen NH ſeines Gewichts und NC des Fadens einander nicht mehr entgegengeſetzt. Wird nun CN nach K verlängert, und NL auf CN ſenkrecht geſetzt, ſo drückt das relative Gewicht des ſchweren Puncts in der Richtung NL der Richtung ſeiner Bewegung grade entgegen, und verzögert nun die Bewegung. An jeder Stelle N iſt der Gegendruck, und die daher rührende Verminderung der Geſchwindigkeit eben ſo groß, als auf der andern Seite in M in eben der Entfernung von der unterſten Stelle A der mit der Richtung der Bewegung übereinſtimmige Druck, und die daher rührende Vermehrung der Geſchwindigkeit war: daraus wird begreiflich, das der ſchwere Punct bis nach E eben ſo hoch wieder ſteigen werde, als er von B herabgefallen war. Auch ſiehet man wohl, daß die ſteigende Bewegung von A bis E ſoviele Zeit erfodern werde, als der Punct nöthig hatte, im Bogen BMA herabzufallen

84. §.

14. Fig. Man nimmt ferner leicht wahr, daß der Punct auch in E nicht ruhig bleiben könne, weil er ſich daſelbſt unter eben den Umſtänden befindet, unter welchen er in B war. Eine mit der vorigen völlig übereinſtimmige Bewegung fängt von neuen an, und der ſchwere Punct durchläuft in eben ſo vieler Zeit, wie das erſtemahl, den Bogen EAB, nur in umgekehrter Richtung, er ſteigt auf der andern Seite wieder bis A, und die Bewegung fängt wie zuvor von neuen an. Man nennt dieſe ſo beſtändig abwechſelnde Bewegung eine Schwingungsbewegung, und der am Faden aufgehängte Körper, deſſen Gewicht dieſe Schwingungsbewegung verurſacht, heißt ein Pendel. Wenn dieſe Bewegung durch keine Hinderniſſe verzögert würde, ſo würde ſie das Pendel ohne Aufhören fortſetzen.

Jeder ſchwere Körper, was er auch für eine Geſtalt und Grösſe haben mag, wenn er an irgend einer Stelle, die nicht mit ſeinem Schwerpunct überein kommt, ſo aufgehängt wird, daß er ſich um dieſe Stelle frey drehen kann, iſt einer ſolchen Schwingungsbewegung fähig. Sich ſelbſt überlaſſen kann der Körper nur ruhen, wenn ſich ſein Schwerpunct grade unter dem Aufhängepunct in der lothrechten Linie durch dieſen Punct befindet. Bringt man den Schwerpunct ſeitwärts dieſer Verticallinie, und überläſſet

läſſet nun den Körper ſich ſelbſt, ſo nimmt die Schwingungsbewegung ihren Anfang. Weil ein ſolcher Körper aus unzählig vielen materiellen Puncten zuſammengeſetzt iſt, die insgeſammt ſchwer ſind, ſo nennt man ihn ein **zuſammengeſetztes Pendel**. Jeder kleine an einem Faden aufgehängte Körper iſt zwar wirklich ein zuſammengeſetztes Pendel: ſo lange man aber das Gewicht des Fadens nicht mit in Rechnung bringt, auch den kleinen daran hängenden Körper nur als einen ſchweren Punct betrachtet, heißt es ein **einfaches Pendel**. Eine grade unbiegſame Linie ſonſt ohne Schwere, die aber nur einen ſchweren Punct hätte, und die man in einem andern davon verſchiedenen Punct ſo unterſtützte, daß ſie um denſelben ſich frey drehen könnte, wäre im eigentlichſten Sinne ein einfaches Pendel.

85. §.

Durch die **Länge** des einfachen Pendels verſtehet man die Entfernung des Aufhängepuncts von demjenigen, welcher allein als ein ſchwerer Punct des Pendels betrachtet wird. Wenn alsdenn das Pendel durch den Winkel ACB von der Verticallinie abgelenkt war; ſo wird 14.
eine gewiſſe Zeit verflieſſen, indem ſich das Pendel durch den Winkel BCE ſchwingt, der doppelt Fig.
ſo groß als ACB ſeyn wird, weil der ſchwere Punct eben ſo hoch nach E wieder ſteigt, als er von B herabgefallen war. Dieſe Zeit des

Schwunges hängt von dreyen Umſtänden ab, 1) von der Gröſſe des erſten Elongationswinkels ACB, 2) von der länge des Pendels, 3) von der Kraft der Schwere, welche die Bewegung des Pendels beſchleuniget.

Wofern vielleicht die Schwere nicht an allen Orten auf der Erde mit gleicher Stärke wirkt, ſo wird einerley Maſſe von der ſtärkern Schwere ſtärker, von der ſchwächern weniger beſchleuniget werden. Bey gleicher länge des einfachen Pendels, und gleichem anfänglichen, Elongationswinkel, wird die Schwingungszeit kürzer ſeyn, wenn eine gröſſere Kraft der Schwere das Pendel beſchleuniget, im entgegen geſetzten Fall aber wird die Schwingungszeit länger ausfallen. Fürjetzt werden die Unterſuchungen noch auf den Fall eingeſchränkt bleiben, wenn die Beſchleunigung der Schwere ſo groß iſt, daß die lothrecht und völlig frey herabfallende Maſſe in der erſten Secunde $15\frac{5}{8}$ Rheinl. Fuß zurück legt, und während dieſer Zeit eine Geſchwindigkeit von 31,25 Rheinl. Fuß erlangt.

Einerley Pendel braucht alsdenn eine deſto gröſſere Zeit des Schwunges, je gröſſer der erſte Elongationswinkel iſt: bey gleichem anfänglichen Elongationswinkel aber vollendet das kürzere Pendel in kürzerer Zeit einen Schwung, als das längere.

86. §.

86. §.

Wenn man die halbe Länge des einfachen Pendels mit der Beſchleunigung der Schwere dividirt, und die Quadratwurzel aus dem Quotienten mit der aus der Lehre von der Kreismeſſung bekannten Zahl $\frac{355}{113} = 3,1415926$, oder beynahe 3, 1416, multiplicirt; ſo findet man eine Zahl, welche die Schwingungszeit des einfachen Pendels in Secunden deſto richtiger angiebt, je kleiner der Elongationswinkel iſt. Eigentlich iſt die Schwingungszeit etwas gröſſer als ſelbige bey Anwendung der erwähnten Regel gefunden wird: denn nach dieſer Regel findet man **die kleinſte Schwingungszeit** des Pendels für den **möglichſt kleinſten Elongationswinkel.**

Wenn zwey einfache Pendel eine verſchiedene Länge haben, ſo **verhalten ſich dieſer Regel gemäß die Zeiten ihres kleinſten Schwunges wie die Quadratwurzeln aus ihren Längen.** Gröſſere Schwingungen verhalten ſich eben ſo, wenn die Elongationswinkel von der Verticallinie gleich ſind.

87. §.

In der Regel, nach welcher die kleinſte Schwingungszeit für das einfache Pendel gefunden wird, welche von nun an Kürze halber ſchlechthin die **Schwingungszeit** heiſſen ſoll, liegt auch folgende **Proportion.**

1) Die

1) Die Quadratwurzel aus der Beſchleunigung der Schwere verhält ſich zur Quadratwurzel aus der halben länge des Pendels wie die Zahl $\frac{355}{113}$ zur Schwingungszeit.

2) Dieſemnach iſt auch umgekehrt die Schwingungszeit des einfachen Pendels zur Zahl $\frac{355}{113}$, wie die Quadratwurzel aus der halben länge des Pendels zur Quadratwurzel aus der Beſchleunigung der Schwere. Weil übrigens die Quadratzahlen proportionaler Wurzeln einander auch proportional ſind, ſo folgt daraus,

3) die Quadratzahl der Schwingungszeit des Pendels verhalte ſich zur Quadratzahl von $\frac{355}{113}$, wie die halbe länge des Pendels zur Beſchleunigung der Schwere.

Ein ſehr kleiner Körper von einem beträchtlichen ſpecifiſchen Gewicht, etwa eine kleine goldene oder bleyerne Kugel an einem hinlänglich biegſamen und möchlichſt zarten Faden aufgehangen, damit das Gewicht des Fadens das Gewicht der Kugel nicht merklich vermehre, würde ſich ſehr nahe nach den Schwingungs-Geſetzen eines einfachen Pendels richten, wenn man für die länge deſſelben die Entfernung des Schwerpuncts der Kugel vom Aufhängepunct annehme. Man könnte alsdenn die Schwingungszeit des Pendels vermittelſt einer Beobachtung ſuchen, hiernächſt aber die dritte von den obenſtehenden Proportionen anwenden, um auf eine ſehr richtige und wenig mühſame Art die Beſchleunigung der Schwere zu finden.

Al-

Allein die Länge des einfachen Pendels, deſſen Schwingungszeit mit der Schwingungszeit jenes wirklich ſchon zuſammengeſetzten Pendels völlig einerley ſeyn ſollte, würde etwas gröſſer ſeyn, als die Entfernung des Schwerpuncts der Kugel vom Aufhängepunct. Um deßwillen muß die Mechanik darüber weitere Unterſuchungen anſtellen, wie die Länge eines einfachen Pendels gefunden werden könne, deſſen Schwingungszeit eben ſo groß ſeyn würde, als die Schwingungszeit eines zuſammengeſetzten Pendels von gegebner Geſtalt und Gröſſe.

Die ſchärfere mathematiſche Theorie von dieſem allen findet man im Lehrbegriff der geſammten Mathematik 1 Th. 2 B. VI Abſch. der Mechanik, auch im IV. Theil, im VIII und IX Abſchnitt der Mechanik.

88. §.

Es ſey CBDE ein zuſammengeſetztes Pendel, G deſſelben Schwerpunct, und das Pendel drehe ſich bey ſeiner Schwingungsbewegung um C. Auf der graden Linie CG nehme man CO ſo lang an, als ein einfaches Pendel ſeyn müſte, wenn die Schwingungszeit für beyde einerley ſeyn ſollte; ſo erhellet, daß der Punct O allein ſchwer ſeyn müßte, wenn das zuſammengeſetzte in ein einfaches gleichzeitiges Pendel verwandelt werden ſollte. Dieſen Punct nennt man den **Mittelpunct des Schwunges**, oder den **Schwingungspunct** des zuſammengeſetzten Pendels, 15. Fig.

und

und derſelbe iſt vom Aufhängepunct allemahl weiter entfernt, als der Schwerpunct davon entfernt iſt.

In dem Fall, wenn CB ein zarter Faden und das Gewicht deſſelben in Vergleichung mit dem Gewicht einer daran hängenden Kugel BDE ſehr klein iſt, kann der Mittelpunct G der Kugel für den Schwerpunct des ganzen Pendels angenommen werden. Die Entfernung GO des Schwingungspuncts vom Schwerpunct aber beträgt alsdenn $\frac{2}{5}$ des Quotienten, welcher gefunden wird, wenn man die Quadratzahl vom Halbmeſſer der Kugel mit der Entfernung des Schwerpuncts vom Aufhängepunct dividirt.

89. §.

Die Geſetze des Schwunges der einfachen Pendel (86. 87. §.) wendet man alſo ohne weitere Schwierigkeit auch auf zuſammengeſetzte Pendel an, wenn man durch die **Länge des zuſammengeſetzten Pendels** die Entfernung des Schwingungspuncts vom Aufhängepunct verſteht. Ein Pendel deſſen kleinſte Schwingungen eine Secunde währen, heißt ein **Secunden-Pendel**, und wenn von der **Länge des Secunden Pendels** die Rede iſt, ſo verſteht man die Länge desjenigen, deſſen kleinſte Schwingungen in einer Secunde erfolgen.

90. §.

Wenn die Zeit des kleinſten Schwunges gefunden iſt, ſo kann man auch die Zeit des

Schwun-

Schwunges für eben das Pendel und jeden andern Elongationswinkel finden, wenn die Höhe OF bekannt iſt, um welche der Schwingungspunct gehoben werden ſoll. **Man multiplicire die Zeit des kleinſten Schwunges mit einem Bruch, deſſen Zähler die Höhe OF, und deſſen Nenner die 8fache Länge des Pendels iſt,** und addire was ſo gefunden wird, zur Zeit des kleinſten Schwunges; ſo hat man die Zeit des Schwunges für den angenommenen Elongationswinkel OCA, oder die anfängliche Höhe OF des Schwingungspuncts über der niedrigſten Stelle zu der er während des Schwunges herabfallen kann.

91. §.

Man kann **die Schwingungszeit für ein Pendel von bekannter Länge, und für einen angenommenen Elongationswinkel** vermittelſt einer Beobachtung finden. In ſolcher Abſicht meſſe man die Höhe OF, um welche der Schwingungspunct des Pendels anfänglich gehoben wird, und laſſe es hiernächſt frey fallen, zähle nun die Schwingungen deſſelben eine Zeitlang fort, und beobachte zugleich nach einer guten Uhr, von deren richtigen Gange man ſonſt verſichert ſeyn muß, die verfloſſene Zeit. Dieſe ſo beobachtete Zeit drücke man in Secunden aus, und dividire ſie mit der beobachteten Anzahl der Schwingungen; ſo hat man die Schwingungszeit für ein Pendel von bekannter Länge, wenn der anfäng-

fängliche Elongationswinkel die angenommene Gröſſe OCA hat, oder der Schwingungspunct um die angenommene Höhe OF gehoben wird.

Aus dieſer Schwingungszeit kann auch die Zeit des kleinſten Schwunges für ein Pendel von derſelben Länge gefunden werden, wenn man die im 90 §. gegebene Regel umkehret. Man muß nemlich die beobachtete Zeit eines Schwunges, wobey OF die anfängliche Höhe des Schwingungspuncts war, mit einer Zahl dividiren, die gefunden wird, wenn man zur Eins einen Bruch addirt, deſſen Zähler die Höhe OF und deſſen Nenner die 8fache länge des Pendels iſt.

92. §.

Iſt ſolchergeſtalt die Zeit des kleinſten Schwunges für ein Pendel von bekannter länge gefunden; ſo kann man ferner durch eine leichte den im 86 §. angeführten Geſetzen gemäſſe Rechnung die länge des Secundenpendels finden, wenn man anſetzt:

Die Quadratzahl der Zeit des kleinſten Schwunges für das bey der Beobachtung gebrauchte Pendel verhält ſich zu 1 Secunde, wie die länge des bey der Beobachtung gebrauchten Pendels zur länge des Secundenpendels.

Daraus folgt die leichte Regel: man dividire die Länge des Pendels mit der Quadrat-

dratzahl ſeiner kleinſten Schwingungszeit, ſo hat man die Länge des Secundenpendels.

93. §.

Die Lehren vom einfachen Pendel hatte Galiläus mit den Geſetzen der Schwere erfunden, Huygen aber erweiterte ſie, und zeigte, wie man ſie auch auf das zuſammengeſetzte Pendel anwenden könne. Weil Huygen noch nicht vermuthete, daß die Länge des Secundenpendels an verſchiedenen Orten würde von verſchiedener Gröſſe befunden werden, ſo ſchlug er dieſe Länge als das ſchönſte Mittel vor, ein allgemeines Fußmaaß einzuführen. Er fand die Länge des Secundenpendels wenig über 3 Pariſer Fuß groß, und deswegen ſollte nach ſeinem Vorſchlage der allgemeine Fuß den dritten Theil der Länge des Secundenpendels haben. Nach ſeiner Beſtimmung würde ſich dieſer allgemeine Fuß zum Pariſer Fuß verhalten wie 881 : 864 oder wie 1,019884 ; 1; (M. ſ. Hugenii Horologium Oſcillatorium Part. I. Operum Vol. I. pag. 36. et Part. IV. Prop. 25 Oper. Vol. I. p. 178.) alſo wäre der allgemeine Fuß im Pariſer Maaß. 1,019884 mahl 12 Zoll, das ſind 12,238608 Zoll lang. Die Länge des Secundenpendels wäre 3 mahl größer, alſo 36,715824 Pariſer Zoll, oder 36 Zoll, 8,59 Linien, oder 440,59 Linien. Herr Mairan hat nach der Zeit im Jahr 1735 viele Beobachtungen mit äuſſerſter Sorgfalt angeſtellet, und gefunden, daß die Länge des Secundenpendels in Paris 440,57 Pariſer Linien betrage, oder vielleicht noch etwas genauer $440\frac{17}{30}$ Linien. H. Piccard hatte dieſe Länge grade von $440\frac{1}{2}$ Linien, H. Richer aber $440\frac{3}{5}$ Linien gefunden. (M. ſ. die Memoires de l' Academie des Sciencens de Paris. Année 1735. pag. 273. der Holl. Ausgabe.).

94. §.

Wendet man nun aus dem 87. §. von den daſelbſt feſtgeſetzten Proportionen die dritte auf das Secundenpendel an, ſo iſt die Schwingungszeit 1 Secunde, und es verhält ſich

1 zur Quadratzahl von $\frac{355}{113}$, wie die halbe Länge des Secundenpendels zur Beſchleunigung der Schwere.

Dieſemnach wird nur erfodert, daß man die halbe Länge des Secundenpendels mit der Quadratzahl von $\frac{355}{113}$, oder von 3,1415926 multiplicire, um die Beſchleunigung der Schwere zu finden. Die Rechnung giebt die Quadratzahl von 3,1415926 = 9,869604, und nach Mairans Beſtimmung iſt die halbe Länge des Secundenpendels = 220,285 Pariſer Linien: alſo findet man für die Beſchleunigung der Schwere 9,869604 mahl 220,285 oder 2174,175 Linien, das ſind 15,098 Pariſer Fuß.

Das Pariſer Fußmaaß verhält ſich zum Rheinländiſchen, wie 14400: 13913 oder wie 1,035: 1, d. i. 1 Pariſer Fuß giebt 1,035 Rheinl. Fuß, dieſemnach ſind 15,098 Pariſer Fuß, ſoviel als 1,035 mahl 15,098 oder 15,625 Rheinl. Fuſſe, und ſo iſt oben vorläufig die Höhe des freyen Falles ſchwerer Körper in der erſten Secunde angegeben worden. (54. §.) Die Länge des Secundenpendels iſt alſo im Rheinländiſchen Maaß 1,035 mahl 440,57 oder 455, 98995 Linien ſehr nahe 456 Linien, oder 3 Fuß 2 Zoll Rheinländiſch.

H. Kruſe im Hamburgiſchen Contoriſten 1 Th. 235 S. unterſcheidet zweyerley engliſches Fußmaaß. Nach einer Unterſuchung, die einige Mitglieder der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften im Jahr 1743 angeſtellet haben, ſoll der Londner Fuß 135,16 Pariſer Linien lang ſeyn, dagegen beſtimmet er den gemeinen Fuß zu 135,0 Pariſer Linien, wie

Eiſenſchmidt in der Diſquiſitione de ponderibus et menſuris veterum et recentiorum, Argentor. 1737. Demnach wären 15 Pariſer Fuſſe ſoviel als 16 gemeine engliſche Fuſſe, und man findet in dieſem Maaße die Länge des Secundenpendels 470 Linien oder 3 Fuß 3 Zoll 2 Linien, und die Beſchleunigung der Schwere 16,098 engliſche Fuß.

Das allgemeine Geſetz für die Schwingungszeit eines Penduls: daß die Dauer der Schwingungen zweyer Pendul von ungleicher Länge ſich verhalten, wie die Quadratwurzeln ihrer Länge, gilt nur für einfache oder imaginäre Pendul, die ſich im freyen oder leeren, alſo nicht widerſtandleiſtenden Medio bewegen und von der Schwere gleich ſtark getrieben werden. Jedes würkliche Pendul muß erſt auf ein einfaches reducirt werden, und die Abweichung wegen der Wärme, welche die Längen ändert, wegen des Widerſtandes der Luft, der nach der Dichtigkeit derſelben, und nach der Oberfläche des Penduls verſchieden iſt, gehörig beſtimmt werden. Ferner würde zwar ein leichteres Gewicht des Penduls im leeren Medio nicht geſchwinder ſchwingen, als ein ſchwereres, allein im widerſtandleiſtenden Mittel iſt die Sache allerdings anders, wo bey gleicher Oberfläche und Geſchwindigkeit die ſchwerere Maſſe auch mehr Kraft zum Fallen übrig behalten muß, als die leichtere.

Durch die Huygenſche Erfindung, das Pendul an den Uhren zu appliciren, haben dieſe einen beträchtl. Vorzug vor den Uhren der Alten bekommen; durch die Pendul hat man ferner nicht allein die Lehre von der beſchleunigenden Kraft der Schwere vorzüglich ins Licht geſetzt, und die Höhe des freyen Falles eines ſchweren Körpers in der erſten Zeitſecunde mittelbarer Weiſe beſtimmt; ſondern ſie beſtätigen es auch, daß unſere Erde keine völlige Kugelge-

ſtalt hat, und daß ſich um ihre Axe drehe. Die Erfahrung lehrt nähmlich, daß Pendul, deren Schwingungen, bey übrigens gleichen Umſtänden, gleiche Dauer haben ſollen, (oder daß iſochroniſche Pendul) in hohen Orten kürzer, als in niedrigen ſeyn müſſen (*Bouguer Fig de la terre*, S. 335. ff.). Die in der Gazette litteraire und andern franzöſiſchen Zeitungen in den Jahre 1770 angeführte Verſuche einiger Franzoſen, die auf den hohen Alpen gerade das Gegentheil gefunden haben wollen, ſind niemals angeſtellt worden. (*Le Sage* im *journ. de phyſ. T. I.* S. 249; *De Luc lettres phyſiques et morales ſur l' homm et la terre. Lettre.* 45 T. 2. S. 358). In Bertiers Verſuchen, die auch beweiſen ſollten, daß das Gewicht der Körper zunehme, je mehr ſie vom Mittelpunct der Erde entfernt würden, hat Hr. Achard (ſ. deſſen phyſiſche Schrifften S. 197.) das Fehlſame gezeigt. Unter den Aequator muß nun die beſchleunigende Kraft der Schwere theils wegen der angeführten Urſache, theils auch wegen des Schwunges bey der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe, welcher der Schwere entgegen wirkt, geringer ſeyn. Mit den wachſenden Breiten auf der Erde, nimmt nicht allein die Geſchwindigkeit dieſes Schwunges ab, ſondern wirkt auch der Schwere nur ſchief entgegen, folglich nicht mehr ſo ſtark. Wirklich lehren auch die Beobachtungen, daß Pendul, wenn ſie iſochroniſch ſeyn ſollen, unter den Aequator kürzer, und in den wachſenden Breiten länger ſeyn müſſen. Die Länge eines einfachen Secunden-Penduls iſt:

unter d. Aequator an der Meeresfläche 429,21 pariſ. Lin.
oder 454,48 rheinl. Lin.

Zu Paris, in der Br. von 49° 50′ — 440,57 pariſ. Lin.
oder 455,89 rheinl. Lin.

Zu Leiden in der Br. von 52° 9′ — 440,71 pariſ. Lin.
oder 456,04 rheinl. Lin.

Zu

Zu Pello in Lapl. i. d. Br. v. 66° 48′—441,27 pariſ. Lin.
oder 456,51 rheinl. Lin.

(v. *Swinden poſitiones phyſicae.* T. I. S. 100.)

Wenn die beſchleunigende Kraft der Schwere an allen Orten der Erde und in jeder Entfernung vom Mittelpunct derſelben gleichförmig wäre, ſo würde nach Huygens Vorſchlag das Pendul freylich das beſte Mittel ſeyn, unveränderliche Maaße zu erhalten. Da aber nachherige angeſtellte Erfahrungen lehrten, daß die Schwingungen eines und eben deſſelben Penduls an den verſchiedenen Stellen auf der Erde nicht gleiche Dauer hätten, und überhaupt die Ausübung der darauf gebauten Sätze, wegen anderer Urſachen, mit außerordentlich vielen Schwierigkeiten verknüpft ſey, ſo gab man die Anwendung dieſes, ſonſt ſo vortreflichen Entwurfs, durchs Pendul ein unveränderliches Längenmaaß zu beſtimmen, durch eine ſehr lange Zeit hindurch auf, bis die Londner Geſellſchaft zur Aufmunterung der Künſte, Manufacturen und Handlungen es wieder zum Gegenſtand einer Preisaufgabe machte. Hattens Vorſchlag, einen beweglichen Aufhängungspunct bey einem und eben denſelben Pendul anzubringen, wodurch die Wirkungen zweyer Pendul, deren Längenunterſchied das verlangte Maaß gäbe, angegeben würde, fand den meiſten Beyfall. Hr. Whitehurst hat dieſen Gegenſtand neuerlich von neuen bearbeitet. Seine Schrift darüber iſt ins deutſche überſetzt unter dem Titel: Verſuch durch Zeitmeſſungen unveränderliche Längen = Körper = und Gewichtmaaße zu erhalten, ohne dabey der zur Beſtimmung des Mittelpunctes der Schwingungen oder der wahren Länge der Pendul erforderlichen mechaniſchen Vorrichtungen zu bedürfen, von Joh Whitehurst. A. d. Engl. überſ. mit Anm. von J. H. Wiedemann. Nürnb. 1790. 4. S.

Der VI. Abſchnitt.

Von den Geſetzen des Stoßes feſter Maſſen aneinander, und einigen andern damit verwandten Lehren.

95. §.

Ein Körper, der in Bewegung iſt, ſtößt an den andern, wenn der erſte ſeine Bewegung nicht ungeändert fortſetzen kann, ohne in den Raum, welchen der andre Körper in eben dem Augenbick füllet, wenigſtens zum Theil hineinzudringen. Weil nun letzteres wegen der Undurchdringlichkeit der körperlichen Maſſen nicht geſchehen kann, wofern nicht aus dem Raum, in welchen der eine Körper hinein zu dringen ſtrebt, der andere ausweicht; ſo erhellet, daß der Stoß Aenderungen in dem Zuſtande der Bewegung der Körper, vielleicht auch in dem Zuſtande der Ruhe eines von beyden, wofern er etwa vor dem Stoße in Ruhe war, nach ſich ziehen müſſe. Der Schwerpunct G eines feſten Körpers M
16. Fig. bewege ſich in der graden Linie GH, und in derſelben graden Linie zugleich der Schwerpunct g eines andern Körpers N; ſo giebt es zweene Fälle, in welchen beyde Körper zuſammen ſtoſſen werden. Der eine Fall iſt derjenige, wenn die Richtungen ihrer Bewegungen einander entgegengeſetzt ſind: der zweyte Fall aber iſt, wenn

der

der eine Kōrper M dem andern N in einerley Richtung folgt, der voranlaufende N aber langſamer, als der nachfolgende M fortrückt. Auch würde ein Stoß erfolgen, wenn N völlig in Ruhe wäre, und die Richtung GH der Bewegung des Schwerpuncts G zugleich durch den Schwerpunct g des ruhenden Körpers liefe.

In allen dieſen Fällen erfolgt gewiß ein Stoß. Es kann aber auch ein Stoß erfolgen, wenn gleich die Schwerpuncte beyder Körper ſich nicht in einerley graden Linie bewegen, oder auch alsdenn, wenn der eine Körper ruhet, und die Richtung in der ſich der Schwerpunct des andern bewegt, nicht durch des ruhenden Schwerpunct gehet. Uebrigens könnten vielleicht die Körper vor dem Stoße auſſer der Bewegung, die alle Theilchen eines jeden dieſer Körper mit ſeinem Schwerpunct gemein haben, auch noch um ihren Schwerpunct auf mancherley Art umlaufen, da dann der Stoß zugleich Aenderungen in der Umlaufsbewegung nach ſich ziehen würde. Dergleichen Fälle aber erfordern ſchon mehr verwickelte Unterſuchungen, die ſich hier nicht anſtellen laſſen.

96. §.

Die Wirkung des Stoßes fängt mit dem Augenblick an, worin beyde Körper einander zu berühren anfangen. Ferner hängt es von der Geſtalt der Körper ab, ob beyde alsdenn einan-

der in einem oder in mehrerern Puncten berühren. Eine Kugel, die an eine andre Kugel ſtößt, wird ſie im Anfang des Stoßes nur in einem Punct berühren: ein Würfel aber kann mit ſeiner Seitenfläche eines andern ſtoßen, und beyde können einander in einer Ebene berühren. Wenn aber auch die Berührung nur in einem Punct F erfolgt, ſo kann man ſich eine Ebene
16. Fig KL vorſtellen, die beyder Körper Oberflächen zugleich da berührt, wo ſie ſelbſt mit dem Anfange des Stoßes einander berühren. Nennt man dieſe Ebene die Berührungsebene, ſo kommt die Wirkung des Stoßes darauf an, ob die Richtungen der Bewegungen beyder Körper, oder auch nur des einen, wenn der andre ruhet, die Berührungsebene ſenkrecht, oder unter einem ſchiefen Winkel treffen. Im letzten Fall kann man die Geſchwindigkeit des gegen die Berührungsebene ſchief ſtoßenden Körpers in zwo andre zerlegen, davon eine auf der Berührungsebene ſenkrecht und die andre damit parallel iſt: (61. §.) da dann die auf der Berührungsebene ſenkrechte Geſchwindigkeit nur Aenderungen leidet. Wenn überdem die auf der Berührungsebene ſenkrechte Richtung des Stoßes auch durch des einen oder des andern, oder durch beyder Körper Schwerpunct gehet; ſo heißt der Stoß im erſten Fall für einen von beyden Körpern, und im letzten Fall für alle beyde, ein centraler Stoß, und derſelbe muß vom eccentriſchen Stoß unterſchieden werden. So heißt nemlich

der

der Stoß in Anſehung desjenigen von beyden Körpern, deſſen Schwerpunct nicht in der Richtung des Stoßes liegt.

9. §.

Bey den allgemeinen Unterſuchungen über die Geſetze des Stoßes kann man den Fall zum Grunde ſetzen, daß beyder Körper M und N 16. Fig.
Schwerpuncte G und g in einerley graden Linie GH ſich nach einerley Richtung bewegen, vor dem Stoße aber des vordern Körpers N Geſchwindigkeit kleiner ſey, als die Geſchwindigkeit des nachfolgenden Körpers M. Dahin gehört alsdenn auch der Fall, wenn des vorlaufenden Körpers Geſchwindigkeit = o iſt, das will ſagen, wenn der eine Körper in Ruhe iſt, gegen den der andre anläuft. Nimmt man an, daß die Richtung der Bewegung des vordern Körpers N der Richtung der Bewegung des nachfolgenden M grade entgegen geſetzt ſey; ſo ſo iſt das der Fall, wenn beyde Körper gegen einander anlaufen. Ubrigens will man nur wiſſen, was der Stoß für ſich allein für einen Erfolg hat, ohne Rückſicht auf dasjenige, was etwa wegen der Schwere, oder vielleicht noch andrer hinzukommender Urſachen, auſſerdem noch mit dem Erfolg nach dem Stoß verbunden ſeyn könnte. Um deßwillen werden die Maſſen der an einander ſtoſſenden Körper als bloß träge nicht ſchwere Maſſen betrachtet. Kugeln die auf einer völlig wagrechten Ebene laufen, ſind

 als

als bloß träge Maſſen anzuſehen, weil die wagrechte Ebene ihr ganzes Gewicht trägt. Man kann ſich alſo hier die Sache ſo vorſtellen, als wenn dergleichen Kugeln auf einer wagrechten Ebene, wie die Bälle auf einer Billard-Tafel, wider einander laufen. Ihre Umlaufsbewegung wird dabey nicht in Betrachtung gezogen, ſondern allein die Richtung und Geſchwindigkeit der Bewegung ihrer Schwerpuncte.

98. §.

16. Fig. Sobald beym graden und centralen Stoße die erſte Berührung erfolgt, muß der vordere Körper N, der entweder langſamer, als der hintere fortrückt, oder gänzlich ruhet, oder auch dem Körper M entgegen rückt, anfangen der Bewegung des letztern M zu widerſtehen. In eben dieſem Augenblick entſteht zwiſchen beyden Körpern ein **Druck**, der die Bewegung des Körpers M verzögert, und des vordern Körpers N Bewegung, im Fall er vor dem Stoße ruhete oder mit M nach einerley Richtung lief, beſchleuniget. Liefe N dem Körper M entgegen; ſo würde der mit Berührung entſtehende Druck des Körpers N Bewegung ebenfalls verzögern. Weil man keinen Grund hat, vollkommen harte Maſſen in der Natur anzunehmen; ſo kann man vorausſetzen, daß während des Stoßes an der Stelle F, wo die Körper einander berühren, einige Aenderungen in der Figur beyder Körper um deßwillen vorgehe, weil daſelbſt die Theile

ei-

eines jeden dem Druck etwas nachgeben. Einige Theilchen der Maſſe M weichen von F nach f zurück, eben ſo weichen auch einige Theilchen der Maſſe N von F nach g aus, und die Schwerpuncte G, g, rücken während des Stoßes einander noch etwas näher, als um ihren Abſtand GF + Fg im Augenblick der erſten Berührung. Dieſe Wirkung des Stoßes erfordert einige, wiewohl nur eine ſehr kleine Zeit, und während dieſer Zeit iſt die Grösſe des Drucks, womit jeder Körper gegen den andern preßt, nicht beſtändig einerley. Der Druck nimmt anfangs zu und wird bald darauf wieder ſchwächer. Er dauert wenigſtens ſo lange fort, bis beyder Körper Geſchwindigkeit gleich groß geworden iſt, welches um deßwillen einmahl erfolgen muß, weil des voranlaufenden Körpers Geſchwindigkeit wächſet, und des nachfolgenden Körpers Geſchwindigkeit dagegen abnimmmt.

99. §.

Der Erfolg des Stoßes muß übrigens im Ganzen anders ausfallen, wenn die Maſſen der aneinander ſtoßenden Körper elaſtiſch ſind, als in dem Fall, wenn es unelaſtiſche Maſſen ſind. Alle Wirkung des Stoßes unelaſtiſcher Körper aneinander muß aufhören, ſobald beyde einerley Geſchwindigkeit erlangt haben, weil keiner von beyden ein Beſtreben äuſſert, ſeine vorige Figur herzuſtellen. Beyde unelaſtiſche Körper ſe-tzen demnach mit der für beyde nun gleich

groß

groß gewordenen Geſchwindigkeit ihre Bewegung fort, ohne daß ſie weiter einigen Eindruck auf einander machen können. Wenn dagegen beyde Körper elaſtiſch ſind, ſo äuſſert jeder von dem Augenblick an, da beyde einerley Geſchwindigkeit erlangt haben, ein Beſtreben, ſeine vorige Figur wieder herzuſtellen; der voranlaufende vermindert dadurch die Geſchwindigkeit des nachfolgenden, und dieſer zuletzt erwähnte vermehrt die Geſchwindigkeit des erſtern noch mehr, und das währt ſo lange fort, bis beyde ihre vorige Geſtalt entweder völlig, oder zum Theil wieder angenommen haben, nachdem ſie nemlich in die Klaſſe der vollkommen oder unvollkommen elaſtiſchen Körper gehören.

100. §.

Dieſer **Druck** womit ein Paar feſte Körper während des Stoßes gegen einander wirken, bleibt nicht während der ganzen Zeit des Stoßes von gleicher Gröſſe, wie es oben ſchon iſt bemerkt worden, er gehört in die Klaſſe der **veränderlichen Kräfte**, die nicht gleichförmig beſchleunigen. Wenn alſo die Frage von der Stärke des Drucks wäre, womit beyde Körper während des Stoßes gegen einander preſſen; ſo würde die Antwort für jeden Augenblick der Zeit, die während des Stoßes verflieſſet, alſo auch für jede Entfernung der Schwerpuncte von einander, ſo lange ſich dieſe während des Stoßes noch ändert, eine andere ſeyn müſſen. So war auch bey der

Schwung-

Schwungbewegung des einfachen Pendels das reſpective Gewicht des ſchweren Puncts M für 14. Fig.
jeden Augenblick der Zeit, die während der Bewegung durch den Bogen BA verflieſſet, alſo auch für jede Entfernung AM von der niedrigſten Stelle dieſes Bogens verſchieden. Es iſt vorzüglich intereſſant, daß man ſich darin übe, dieſe Begriffe von den veränderlichen Kräften richtig zu überdenken, und daß man zugleich auf die zwiefache Art Rückſicht nehme, wie ſich die Wirkung einer jeden bewegenden Kraft äußert.

Die Kraft äußert ſich als Druck, und wofern die Wirkung dieſes Drucks gegen eine ſonſt bewegliche Maſſe nicht vielleicht durch einen Widerſtand ganz gehemmet wird, ſo beſchleuniget ſie zugleich dieſe Maſſe. Iſt die Stärke des Drucks einer beſtändigen Aenderung unterworfen; ſo wird die Maſſe, welche dem Druck ausgeſetzt iſt, auch nicht ſo ununterbrochen mit gleicher Stärke beſchleuniget, wie eine lothrecht oder auf einer ſchiefen Ebene unter einerley unveränderlichen Winkel herabfallende Maſſe von der Schwere beſchleuniget wird.

101. §.

Dieſemnach läßt es ſich nicht überhaupt angeben, wie ſtark ein Paar feſte Körper während des Stoſzes gegen einander drücken; wohl aber, wie ſtark dieſer Druck bey einer gegebenen Entfer-

fernung der Schwerpuncte, oder für eine gegebene Zeit ſey, die vom erſten Anfang des Stoßes verfloſſen iſt. Man kann ſich die Kraft, welche während des Stoßes beyde Körper nach entgegengeſetzten Richtungen treibt, völlig ſo wie jede andre veränderliche Kraft vorſtellen, die für jedes Moment der Zeit, ſo während der Bewegung verfließt, als **Druck** betrachtet einem gewiſſen Gewicht gleich iſt, und deren **Beſchleunigung** für eben dieſem Augenblick ſich mit der Beſchleunigung der Schwere vergleichen läßt.

102. §.

Das was in der Naturlehre und in damit verwandten Wiſſenſchaften **Kraft** heißt, iſt allemahl ſo etwas, das wir uns als einen **Druck gegen eine Maſſe** vorſtellen können: und wenn wir auch eine ſolche Kraft uns zuweilen als einen **Zug** vorſtellen, ſo iſt doch ein ſolcher **Zug** von dem, was wir **Druck** nennen würden, an ſich ſeiner innern Beſchaffenheit nach nicht verſchieden. Zu wünſchen wäre es, daß man ſich an dieſe richtig beſtimmten und der Sache völlig angemeſſenen Begriffe von dem, was in der Naturlehre **Kraft** heiſſen ſoll, gehalten hätte. Allein beym Vortrage der Lehren von den Geſetzen des Stoßes hat man jenen ſo richtig beſtimmten Sprachgebrauch nicht allemahl beobachtet. Weil ein jeder Körper der in Bewegung iſt, eine Urſache neuer Bewegungen andrer Körper werden, und ihre Bewegungen auf mancherley Art verän-

dern kann, ſo hat man faſt beſtåndig die Sache ſo betrachtet, als wenn demſelben eine beſondere Kråft eigen wåre. Man hielte dafůr, dieſe Kraft des Kőrpers ſey deſto grőſſer, je grőſſer ſeine Maſſe und Geſchwindigkeit iſt, und ſetzte daher feſt, daß die Kråfte ſolcher Kőrper, von ungleicher Maſſe, wenn ſie mit ungleicher Geſchwindigkeit in Bewegung ſind, ſich wie die Producte ihrer Maſſen mit ihren Geſchwindigkeiten multiplicirt verhalten můſten.

103. §.

Dieſe ganze Vorſtellung iſt aber den Begriffen gar nicht angemeſſen, die man ſich in der Naturlehre von demjenigen machen muß, was bewegende Kraft heißt. Einer Maſſe, die mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit in Bewegung iſt, kann man ſo wenig eine bewegende Kraft zuſchreiben, als man ſie der ruhenden Maſſe beylegen kann. Will man aber der bewegenden Maſſe deßwegen eine Kraft zuſchreiben, die noch in etwas andern als in der bloßen Trågheit beſtehen ſoll, weil ſie den Zuſtand der Bewegung andrer Kőrper åndern kann; ſo muß man aus eben dem Grunde auch der ruhenden Maſſe eine Kraft beylegen. Denn die ruhende Maſſe kann ſo gut den Zuſtand andrer Maſſen åndern, ſo gut es die bewegte thun kann. Die Redensarten ſind zwar nicht ungewőhnlich: die Maſſe, welche in Bewegung iſt, ſtoſſe die ruhende fort, oder jene ſetze dieſe in Bewegung. Wenn man aber die Sache

nach

nach richtigen Begriffen beurtheilen will; ſo muß man wegen dieſer Redensarten nicht in der bewegten Maſſe allein die Urſache der in der ruhenden hervorgebrachten Bewegung ſuchen, ſondern vielmehr in beyden zugleich, weil beyde undurchdringlich ſind. Hat das ſeine Richtigkeit, warum ſoll denn auch die ruhende Maſſe nicht eine Kraft haben? da ſie doch die Bewegung der anſtoßenden Maſſe vermindert, und ſolchergeſtalt eben das was die Schwere thut, wenn ein ſchwerer Körper aufwärts geworfen wird. Wäre der ruhende Körper wie der geometriſche Raum durchdringlich, ſo würde derſelbe nicht in Bewegung kommen, und der daran-ſtoßende Körper würde ſeine Bewegung unverändert behalten.

104. §.

Wenn eine in Bewegung befindliche Maſſe mehr Geſchwindigkeit bekommt, als ſie vorher hatte, ſo wird ihre Bewegung in eben dem Verhältniſſe größer. Wenn ferner eine doppelt ſo große Maſſe eben ſoviele Geſchwindigkeit hat, als die einfache Maſſe; ſo ſind in der doppelten Maſſe nochmahl ſoviele Theile als in der einfachen in Bewegung: alſo verhalten ſich bey gleichen Geſchwindigkeiten die **Größen der Bewegung** ungleicher Maſſen, wie die Maſſen. Die doppelte Maſſe, welche ſich mit der dreyfachen Geſchwindigkeit bewegt, hat alſo 2mahl 3mahl oder 6mahl mehr Bewegung als die einfache Maſſe mit der einfachen Geſchwindigkeit, und dar-

daraus ſchließt man die Regel, daß die Größen der Bewegungen ungleicher Maſſen, die ſich mit ungleichen Geſchwindigkeiten bewegen, ſich wie die Producte aus den Maſſen in die Geſchwindigkeiten verhalten.

Wenn zweene unvollkommen harte und unelaſtiſche Körper, grade und central an einander ſtoßen: ſo bleibt die Summe der Bewegungen beyder Körper nach dem Stoße ſo groß, als ſie vor dem Stoße war, woſern ſie einander nach einerley Richtung folgen.

Wofern aber der eine Körper dem andern entgegen läuft, ſo iſt der Ueberſchuß der gröſſern Bewegung über die kleinere nach dem Stoß noch eben ſo groß, als ſie vor dem Stoße war.

Es ſey nemlich N die voranlaufende, M die nachfolgende Maſſe, ſo weiß man, daß in jedem 16. Fig. Augenblick der Druck gegen M, der dieſes Körpers Geſchwindigkeit vermindert, eben ſo groß ſey, als der Druck gegen N, der dieſes voranlaufenden Körpers Geſchwindigkeit vermehrt. Demnach muß während der ganzen Zeit des Stoßes der Maſſe M in allen ſo viele Bewegung entzogen ſeyn, als der Maſſe N durch die in jedem Augenblick mit eben der Stärke darauf wirkende Kraft iſt mitgetheilt worden. Die Wirkung der Kraft, welche der Maſſe M Bewegung verzögert, und da=

dagegen der Maſſe N Bewegung beſchleuniget, iſt zwar nicht gleichförmig: (100. §.) weil jedoch in jedem ſehr kleinen Theilchen der Zeit, die während des Stoßes verfließt, der Maſſe M gerade ſoviele Bewegung entzogen wird, als der Maſſe N mitgetheilt wird; ſo iſt am Ende des Stoßes die Summe der Bewegungen, welche M verlohren hat, ſo groß, als die Summe aller der Maſſe N mitgetheilten Bewegungen, und beyde Körper zuſammen haben nach dem Stoße noch eben ſoviele Bewegung als ſie vor dem Stoße hatten.

Wäre die Maſſe N, welche vorhin als die voranlaufende betrachtet ward, vor dem Stoße in Ruhe geweſen, ſo würden dieſe Schlüſſe noch ihre Anwendung finden: nach dem Stoße haben beyde Körper zuſammen ſoviele Bewegung, als der anſtoßende allein vor dem Stoße hatte. **Wenn aber der Körper N dem andern M entgegen liefe, ſo würde nach dem Stoße der Ueberſchuß der größern Bewegung über die kleinere noch ſo groß ſeyn, als ſie vor dem Stoße war.** Weil während der ganzen Zeit des Stoßes beyde Maſſen in jedem ſehr kleinen Zeittheilchen einander gleichviele Bewegung entziehen.

106. §.

Dieſe Sätze kann man ungemein leicht mit ihren Folgen überſehen, wenn man ſich der kurzen ſchon aus den erſten Anfangsgründen der reinen

nen Mathematik bekannten Zeichen bedient. Man bezeichne die Geſchwindigkeit der Maſſe M, die ſie im Anfang des Stoſſes hatte, mit a, und die Geſchwindigkeit der Maſſe N im Anfange des Stoeßs ſey b; ſo ſind Ma und Nb die Größen der Bewegung dieſer Maſſen M und N im Anfange des Stoßes. Nach dem Stoße iſt die Geſchwindigkeit der einen Maſſe eben ſo groß, als die Geſchwindigkeit der andern. Wenn alſo dieſe den beyden Maſſen gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit mit z bezeichnet wird, ſo iſt (M+N) z die Größe der Bewegung beyder Maſſen zuſammen nach dem Stoß.

107. §.

Wenn die Größe der beyden grade und central aneinander ſtoßenden unelaſtiſchen Maſſen M und N, und ihre Geſchwindigkeiten a und b im Anfange des Stoßes bekannt ſind; ſo findet man den kurz vorhin vorgetragenen Schlüſſen gemäß die Geſchwindigkeit, womit beyde nach dem Stoße ihre Bewegung fortſetzen. Man muß, wie ſchon bemerkt iſt, drey Fälle unterſcheiden.

1) Wenn beyde Körper ſich vor dem Stoße nach einerley Richtung bewegen, ſo hat man $M.a+N.b=(M+N).z$, (105. §.) alſo die geſuchte Geſchwindigkeit $z=\frac{M.a+N.b}{M+N}$. Man dividire den Zähler dieſes Bruchs mit ſeinem Nenner,

ner, ſo findet man $z = a + \frac{N(b-a)}{M+N}$, oder $z = a - \frac{N(a-b)}{M+N}$. Auch wenn man N. b + M. a mit N + M dividirt, ſo wird der Quotient $z = b + \frac{M(a-b)}{M+N}$ gefunden. Demnach verlieret M die Geſchwindigkeit $\frac{N(a-b)}{M+N}$, und N gewinnet die Geſchwindigkeit $\frac{M(a-b)}{M+N}$.

2) In dem Fall, wenn N vor dem Stoße ruhet, ſetze man $b = 0$, und man findet alsdenn $z = \frac{M a}{M+N}$. Dieſe Geſchwindigkeit wird dem ruhenden Köper mitgetheilt, der anſtoßende Körper M aber verliert die Geſchwindigkeit $\frac{N. a}{M+N}$.

Wäre die vor dem Stoße ruhende Maſſe N in Vergleichung mit der daranſtoßenden Maſſe M ſehr groß; ſo würde $z = \frac{M. a}{M+N}$ ſehr nahe $= 0$ gefunden werden, und wirklich verſchwinden, wenn N in Vergleichung mit M unendlich groß wäre. Das will ſagen, die ſehr große vor dem Stoße ruhende Maſſe wird gar nicht in Bewegung geſetzt und die anſtoßende Maſſe bleibt nach dem Stoße ebenfalls in Ruhe.

3) Wenn

3) Wenn die Bewegungen beyder Maſſen vor dem Stoße einander entgegengeſetzt ſind, ſo muß man $-N.b$ ſtatt $+N.b$, und $-b$ ſtatt $+b$ ſchreiben. Demnach iſt alsdenn nach dem Stoß $z = \frac{M.a - N.b}{M + N}$, oder $z = a - \frac{N(a+b)}{M+N}$

und M verliert die Geſchwindigkeit $\frac{N(a+b)}{M+N}$.

Auch iſt überdem $z = -b + \frac{M(a+b)}{M+N}$, und die Bewegung der Maſſe N verliert in ihrer Richtung die Geſchwindigkeit $\frac{M(a+b)}{M+N}$.

Sind vor dem Stoß beyde einander entgegen geſetzte Bewegungen gleich groß, alſo $M.a = N.b$, ſo iſt nach dem Stoß $z = 0$, beyde Bewegungen heben einander auf, und beyde Maſſen bleiben nach dem Stoß in Ruhe.

Der Stoß findet zwiſchen zwey Körpern auf eine dreyfache Art ſtatt, 1) wie nach Nr. 1. dieſes §. zwiſchen zwey Körpern, die ſich zwar nach einerley Richtungen bewegen, von denen aber der nachfolgende mehr Geſchwindigkeit hat, als der vorangehende; 2) wie nach Nr. 2, zwiſchen einem ſich bewegenden und einem ruhenden Körper; und 3) wie nach Nr. 3. zwiſchen zwey Körpern, die ſich nach entgegen geſetzten Richtungen bewegen. — Um die einfachſten Fälle zu erhellen, können die Körper ſelbſt 1) als vollkommen hart, und unelaſtiſch; 2) als elaſtiſch, und 3) als weich und unelaſtiſch angeſehen werden. Nun giebt es zwar keine harten Körper in der Natur, die nicht auch in gewiſſen Grade elaſtiſch wären; al=

allein hier iſt es erlaubt, ſich die Sache ſo vorzuſtellen. Zur Beſtätigung der Geſetze der Mittheilung der Bewegung vermittelſt des Stoßes durch Verſuche, dient die von Nollet (*Leçons de phyſique. T. I*) angegebene Maſchine freylich am bequemſten, ſonſt kann man auch mit der von Hr. Eberhard angegebenen Vorrichtung. (Naturl. S. 100. T. XI. Fig. 4) auskommen Um bey dieſen Verſuchen der Elaſticität harter Körper auszuweichen, bediene man ſich mäßig getrockneter Thonkugeln,* die noch nicht ſo hart ſind, daß ſie beym mäßig ſtarken Stoß durch andere keine Eindrücke mehr annähmen. Sie ſind zwar nun noch als weiche Körper anzuſehen; allein dieſe folgen beym Stoß ganz dem Geſetz vollkommen harter unelaſtiſcher Körper, nur daß ſie Eindrücke erleiden, auf die man hier weiter nicht zu achten braucht.

Da die Größe der Bewegung der Körper nicht allein von der Maſſe des bewegten Körpers, ſondern auch von der Geſchwindigkeit abhängt (§. 104); ſo muß bey Beſtimmung der Mittheilung der Bewegung durch den Stoß, oder der Geſchwindigkeit nach dem Stoße, auf beyde Rückſicht genommen werden. Uebrigens iſt hier nur vom centralen oder geraden Stoße die Rede. Folgendes iſt eine kurze Ueberſicht der Geſetze des geraden Stoßes vollkommen harter unelaſtiſcher Körper, das zur Erläuterung der Sätze des Hrn. Verfaſſers dienen kann.

1) Wenn ſich beyde Körper nach einerley Richtung bewegen, ſo daß der vorangehende eine geringere Geſchwindigkeit als der nachfolgende hat; ſo wird nach dem Stoße die Geſchwindigkeit des anſtoßenden kleiner und die des geſtoßenen größer werden müſſen; und es iſt leicht einzuſehen, daß der Ueberſchuß der Geſchwindigkeit des ſtoßenden unter beyde nach Innhalt ihrer Maſſen vertheilt werde. Man findet alſo nach einer allgemeinen Formel die

Ge-

Geſchwindigkeit beyder nach dem Stoße z, wenn die Summe der Producte aus den Maſſen M, m in die Geſchwindigkeiten C, c, oder die Summe der Größen der Bewegung beyder, durch die Summe der Maſſen dividirt wird; alſo $z = \frac{MC + mc}{M + m}$ z. B. die vorangehende Kugel habe 8 Loth Maſſe und 8 Grad Geſchwindigkeit, die nachfolgende aber 8 Loth Maſſe und 12 Grad Geſchwindigkeit, ſo iſt die Geſchwindigkeit beyder nach dem Stoße, oder $z = \frac{8 \cdot 8 + 8 \cdot 12}{8 + 8} = \frac{160}{16} = 10$; oder die 4 Grad Ueberſchuß der Geſchwindigkeit der ſtoßenden vertheilen ſich unter beyde Maſſen gleichförmig, die eine Kugel von 8 Grad, erlangt noch 2 Grad, und die von 12 Grad verliert 2 Grad, alſo $8 + 2 = 10$ und $12 - 2 = 10$. Geſetzt die eine Kugel hat 8 Loth Maſſe und 4 Grad Geſchwindigkeit, die ſtoßende nur 4 Loth Maſſe u. 12 Grad Geſchwindigkeit, ſo iſt nach obiger Formel $z = \frac{8 \cdot 4 + 4 \cdot 12}{8 + 4} = \frac{80}{12} = 6\frac{2}{3}$.

2) Wenn ein harter unelaſtiſcher Körper auf einen ruhenden beweglichen ſtoßt, ſo vertheilt ſich die Geſchwindigkeit des bewegten unter beyde nach Verhältniß der Maſſen, und die Geſchwindigkeit beyder nach dem Stoße, iſt gleich der Größe der Bewegung des ſtoßenden Körpers, dividirt durch die Summe der Maſſen, oder $z = \frac{MC}{M + m}$. z. B. die ruhende Kugel von 8 Loth wird von einer andern von 8 Loth, mit 6 Grad Geſchwindigkeit geſtoßen, ſo iſt die Geſchwindigkeit beyder nach dem Stoße $= \frac{8 \cdot 6}{8 + 8} = \frac{48}{16} = 3$; die ruhende habe ferner 4 Loth, die ſtoßende

8 Loth Maſſe und 6 Grad Geſchwindigkeit, ſo iſt $z = \frac{8.6}{8+4} = 4.$

Wenn der ruhende Körper feſt und unbeweglich iſt, oder wegen ſeiner weit größern Maſſe eben ſo gegen den ſtoßenden anzuſehen, ſo ruhen beyde nach dem Stoß oder die erhaltene Geſchwindigkeit beyder iſt unendlich klein.

3) Wenn ſich beyde Körper in gerader Richtung gegen einander bewegen, ſo müſſen ſich, wie bey entgegengeſetzten Kräften, die Größen der Bewegung beyder nach dem Stoße wechſelſeitig, aufheben; und die erhaltene Geſchwindigkeit muß gleich ſeyn, der Differenz der Größen der Bewegung dividirt durch die Summe der Maſſen, oder $z = \frac{MC - mc}{M + m.}$ Wenn alſo die Größen der Bewegung, gleich ſind, d. h., wenn entweder die Geſchwindigkeiten bey gleichen Maſſen, oder die Producte der Maſſen in die Geſchwindigkeiten bey beyden gleich groß waren, ſo müſſen ſie nach dem Stoße ruhen. Wenn z. B. eine Kugel von 8 Loth mit 8 Grad Geſchwindigkeit an eine andere von eben der Maſſe und Geſchwindigkeit ſtoßt, ſo iſt $z = \frac{8.8 - 8.8}{8+8} = 0.$ Wenn aber auch die eine Kugel 8 Loth Maſſe, und 8 Grad Geſchwindigkeit, die andere nur 2 Loth Maſſe, aber 32 Grad Geſchwindigkeit hat, ſo iſt $z = \frac{8.8 - 2.32}{8+2} = 0.$ Wenn aber bey dieſer entgegengeſetzten Richtung, die Größen der Bewegung ungleich ſind; ſo gehen beyde Körper nach der Richtung der größeren Kraft fort; aber der Ueberſchuß der einen Größe der Bewegung muß ſich unter beyde Größen der Bewegung gleichförmig vertheilen. Wenn dieſemnach z. B. die eine Kugel 8 Loth Maſſe und 10 Grad Geſchwindigkeit;

die

die andere 6 Loth Maſſe und 4 Grad Geſchwindigkeit hat, ſo findet man nach obiger Formel die Geſchwindigkeit z nach der Richtung der gröſseren Kraft $= \frac{8.\ 10 - 6.\ 4}{8 + 6} = \frac{56}{14} = 4$ Grad.

G.

108. §.

Beym graden und centralen Stoß vollkommen elaſtiſcher Körper an einander iſt die Summe der Bewegungen, oder ſtatt deſſen der Ueberſchuß der gröſſern Bewegung über der kleinern vor und nach dem Stoß einerley, nachdem die Bewewegungen vor dem Stoß übereinſtimmige oder entgegen geſetzte Richtungen haben: aber die Geſchwindigkeit eines jeden leidet doppelt ſo viele Aenderung, als die Geſchwindigkeit unelaſtiſcher Körper leiden würde.

Weil eine vollkommene Elaſticität vorausgeſetzt wird, ſo ſtrebt jeder von beyden ſeine Figur völlig wieder herzuſtellen. In dem Augenblick da beyder Körper Geſchwindigkeit gleich groß geworden iſt, haben ſie zugleich den gröſten Eindruck auf einander gemacht, die Theile der Maſſe N, welche von F nach φ gedrückt waren, ſtreben nun wieder nach F zu rücken, ſo wie die Theile der Maſſe M, die von F nach f gedrückt waren, den vorigen entgegen von f nach F zu rücken ſtreben. Demnach fängt ſich eine neue Wirkung der Körper gegen einander an, die von der vorigen verſchieden iſt, und welche die Elaſticität

16. Fig.

 citát

cität zur Urſache hat. Jeder Körper fährt noch fort, gegen den andern zu drücken, die Schwerpuncte, welche bis auf den Abſtand Gf + gφ gegen einander gerückt waren, entfernen ſich wieder von einander, und der Druck eines jeden Körpers gegen den andern läßt nicht nach, bevor die Schwerpuncte bis auf den Abſtand GF + gF wieder auseinander gerückt ſind.

Wenn nun gleich dieſer Druck der vollkommen elaſtiſchen Körper gegen einander vom Augenblick der erſten Berührung bis zum Zeitpunct der größten Zuſammenpreſſung ſich nach andern Geſetzen ändert, als der Druck unelaſtiſcher Körper gegen einander, wenn ſelbige vermittelſt des Stoßes gegen einander wirken; ſo muß doch der Zeitpunct der größten Zuſammenpreſſung zugleich derjenige ſeyn, in welchem die Geſchwindigkeiten beyder Körper gleich groß ſind. Aus eben den Gründen, die bey den Unterſuchungen über den Stoß unelaſtiſcher Maſſen gegen einander ſind gebraucht worden, folgt, daß in eben dieſem Augenblick der größten Zuſammenpreſſung die Summe der Bewegungen beyder Körper noch eben ſo groß ſey, als ſie im Anfang des Stoßes war. In dieſem Augenblick der größten Zuſammenpreſſung ſey alſo beyder Körper gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit = z, auch ſollen wie vorhin a, und b, die Geſchwindigkeiten der Maſſen M und N im Anfang des Stoßes bezeichnen: ſo iſt M. a + N. b = (M + N). z, wenn die Körper einander folgen,

wie

wie bey dieſen Schlüſſen Kürze halber voraus geſetzt wird. Auf den Fall, wenn ſie einander entgegen rücken, wird hiernächſt leicht die Anwendung gemacht. Ferner iſt $z = a - \frac{N(a-b)}{M+N} = b + \frac{M(a-b)}{M+N}$. Der Maſſe M iſt die Größe der Bewegung $M(a-z)$ entzogen, und der Maſſe N iſt die Größe der Bewegung $N(z-b)$ mitgetheilt.

Von dieſem Zeitpunct der größten Zuſammenpreſſung bis zum letzten Augenblick des Stoßes, in welchem ſich die Schwerpuncte um den Abſtand $GF + gF$ wieder von einander entfernt haben, verliert die Maſſe M noch mehr Bewegung, und N gewinnet noch mehr Bewegung. Während dieſer noch übrigen Zeit des Stoßes aber leidet wiederum in jedem Augenblick der eine Körper M ſoviel Druck in der Richtung FG, als der andre N in der Richtung Fg: mithin wird auch während der noch übrigen Zeit des Stoßes dem Körper M ſoviele Bewegung entzogen, als dem Körper N in eben der Richtung Fg nach und nach mitgetheilt wird. Dieſemnach bleibt auch bey vollkommen elaſtiſchen Körpern die Summe der Bewegungen in eben dem Sinn, wie bey unelaſtiſchen Maſſen, vor und nach dem Stoße einerley.

Nun mögen ſich die Körper während der Zeit, die zwiſchen der größten Zuſammenpreſſung und letzten Berührung verfließt, in welchem Zuſtande

ſtande ſie wollen, befunden haben, ſo ſind ſie doch in der vorigen zwiſchen der erſten Berührung und größten Zuſammenpreſſung verfloſſenen Zeit einmahl in eben dem Zuſtande geweſen. Bey gleichen Entfernungen ihrer Schwerpuncte vor und nach der größten Zuſammenpreſſung hat der Druck zwiſchen beyden Körpern jedesmahl dieſelbe Größe: nur daß in umgekehrter Ordnung dieſer Druck wieder abnimmt, je weiter ſich die Schwerpuncte von einander entfernen, bis im Augenblick der letzten Berührung aller Druck aufhöret. Dieſemnach verliert die Maſſe M vom Zeitpunct der größten Zuſammenpreſſung bis zum Zeitpunct der letzten Berührung grade ſo viele Bewegung, als ſie ſchon vorher verlohren hatte, und die Maſſe N gewinnet während eben der Zeit noch eben ſoviele Bewegung als ſie vorher in der Richtung GH ſchon gewonnen hatte. Folglich iſt die Größe der Bewegung, welche M während der ganzen Zeit des Stoßes verliert, $= 2\,M\,(a - z)$, und diejenige welche N gewinnet, $= 2\,N\,(z - b)$: mithin verliert M durch den Stroß die Geſchwindigkit $2\,(a - z) = \frac{2\,N\,(a - b)}{M + N}$, und N gewinnet die Geſchwindigkeit $2\,(z - b) = \frac{2\,M\,(a - b)}{M + N}$.

10. §.

Es ſey nach dem Stoß der Maſſe M Geſchwindigkeit $= x$, der Maſſe N Geſchwindigkeit $= y$.

1) Wenn

1) Wenn nun N voranläuft, und M nachfolgt, ſo iſt $x = a - \frac{2N(a-b)}{M+N}$, und $y = b + \frac{2M(a-b)}{M+N}$.

2) Ruhet N vor dem Stoß, ſo ſetzt man $b = 0$, und es wird $x = a - \frac{2Na}{M+N}$, $y = \frac{2Ma}{M+N}$.

Wäre die vor dem Stoß ruhende Maſſe N in Vergleichung mit M ſehr groß, ſo würde ſehr nahe $x = -a$, und $y = 0$ gefunden werden. Wäre alſo N in Vergleichung mit M unendlich groß, ſo biebe N völlig in Ruhe, M aber würde mit derſelben Geſchwindigkeit zurück ſpringen, welche dieſe Maſſe vor dem Stoß hatte.

3) Sind die Bewegungen beyder Maſſen vor dem Stoß einander entgegen geſetzt, ſo ſchreibt man $-b$ ſtatt $+b$, und man hat nach dem Stoße $x = a - \frac{2N(a+b)}{M+N}$, und $y = \frac{2M(a+b)}{M+N} - b$.

Beym Stoße gleich elaſtiſcher Körper kömmt das noch in Betracht, daß ſie nicht nur durch die Kraft des Stoßes in den berührten Theilen zuſammen gedrückt werden, ſondern ſich auch nach Vollendung des Stoßes in ihre vorige Figur wiederherſtellen. Durch dieſe Reaction wird natürlicher Weiſe Veränderung in der Bewegung hervorgebracht, und der

der Erfolg iſt daher anders, als bey den vorhin erwähnten bloß harten unelaſtiſchen Körpern. Die Zuſammendrückung des elaſtiſchen Körpers muß der zuſammendrückenden Kraft und die Reaction der Zuſammendrückung proportional ſeyn; daraus folgen dann folgende Geſetze des geraden Stoßes gleich und vollkommen elaſtiſcher Körper, die man am beſten durch Verſuche mit elfenbeinern Kugeln beſtätigen kann.

1) Wenn ſich zwey vollkommen elaſtiſche Körper von gleicher Maſſe nach einerley Richtung bewegen, ſo daß nachfolgender die größere Geſchwindigkeit hat; ſo gehen ſie nach dem Stoße zwar nach einerley Richtung fort, aber mit verwechſelten Geſchwindigkeiten.

Sind ſie von ungleicher Maſſe, ſo findet man die Geſchwindigkeit beyder nach dem Stoße nach der vom Hrn. V. gegebnen Regel Nr. 1. dieſes §. Es ſey z. B. die von N 8 Loth ſchwer, und ihre Geſchwindigkeit ſey 4 Grad; die nachfolgende Kugel M habe 4 Loth Maſſe und 8 Grad Geſchwindigkeit; ſo iſt zu Folge der angeführten Formel nach dem Stoß die Geſchwindigkeit der Kugel N $= 4 + \frac{2 . 4 (8 - 4)}{8 + 4} = 6\frac{2}{3}$ Grad, und die der Kugel M bleibt $= 8 - \frac{2 . 8 (8 - 4)}{8 + 4} = 2\frac{2}{3}$ Grad. Auf jedem Fall bleibt auch hier die reſpective Größe der Bewegung nach dem Stoße ſo groß als vorher; denn in letztern Falle waren ſie $4 . 8 + 8 . 4 = 64$; nach dem Stoße ſind ſie nun $8 . 6\frac{2}{3} + 4 . 2\frac{2}{3} = 64$.

2) Wenn ein elaſtiſcher Körper an einem andern gleich elaſtiſchen, ruhenden und beweglichen von gleicher Maſſe anſtoßt, ſo ruhet er nach dem Stoße und der angeſtoßene erlangt die ganze Geſchwindigkeit des ſtoßenden.

Wenn hingegen der ruhende bewegliche Körper von ungleicher Maſſe gegen den bewegten iſt, ſo iſt die neue Geſchwindigkeit x des anſtoßenden zur vorigen a

wie

wie die Differenz der Maſſen zu ihrer Summe; und die Geſchwindigkeit der angeſtoßenen y wie die doppelte Maſſe der anſtoßenden zu beyden Maſſen. Wenn endlich der ruhende Körper unbeweglich und feſt ſtehet, oder wegen ſeiner Größe ſo anzuſehen iſt, ſo verliert der anſtoßende ſeine Bewegung völlig und ruhet nach dem Stoße.

Der Hr. Verfaſſer behauptet gerade das Gegentheil des letztern, und meint der anſtoßende elaſtiſche Körper würde mit derſelben Geſchwindigkeit zurückſpringen, mit der er anſtieß. Ich muß dieſer Behauptung, welche auch noch einige ſehr verdiente Naturforſcher haben, aus der Erfahrung widerſprechen, die jedermann leicht anſtellen kann, wenn er eine Billiardskugel gegen eine andere befeſtigte und unbewegliche entweder in der Nolletſchen Maſchine oder ſonſt als Pendul ſtoßen läßt. Beym Billiard wird freylich die elfenbeinerne Kugel von dem Polſter wieder zurückgeprellt, allein dieſer Fall paßt gar nicht hieher, weil die Kugel gegen das Polſter als vollkommen hart anzuſehen iſt; hier iſt die Rede von gleich elaſtiſchen Körpern. Auch die Theorie giebt es ſchon, daß der Erfolg nicht anders ſeyn könne, als ich behaupte. Geſetzt die anſtoßenden Körper wären vollkommen hart, ſo würde nach dem Stoße auch Ruhe erfolgen müſſen; weil ſie elaſtiſch ſind, ſo erleiden ſie leinen Eindruck, welcher der drückenden Kraft proportional iſt, und in beyden gleich groß ſeyn muß, da wir ſie gleich elaſtiſch annehmen. Es ſtoße alſo eine elaſtiſche Kugel an eine völlig unbewegliche gleich elaſtiſche mit einer determinirten Geſchwindigkeit, ſo wird ſie durch den vollkommenen Widerſtand der letztern ihre Geſchwindigkeit gänzlich verlieren; aber in der andern einen Eindruck machen, der ihrer wirkenden Kraft proportional war; da aber die andere vollkommen widerſtand, und die Gegenwirkung der Wirkung gleich ſeyn muß, ſo wird

auch die anſtoßende einen Eindruck erleiden, welcher dem Widerſtande der andern, alſo ihrem eignen Eindrucke gleich iſt, und beyde Eindrücke, werden ſich nach entgegengeſetzten Richtungen wiederherſtellen, alſo ſich gegen einander aufheben, wie es zwey Kräfte thun, die ſich einander entgegengeſetzt ſind, und zu gleicher Zeit aufeinander wirken. Da die Reaction am größeſten iſt, wenn die Eindrücke am größeſten ſind, und immer ſchwächer wird, jemehr ſich die Eindrücke wieder herſtellen; die größeſten Eindrücke auch nicht urplötzlich entſtehen; ſo geſchiehet der Uebergang aus Bewegung in Ruhe hierbey auch eigentlich nur nach und nach. (P. *Eberhard* im app. der nov. act. acad. nat. curioſ.)

3) Wenn ſich zwey elaſtiſche Körper in entgegengeſetzter Richtung bewegen, und die Größe ihrer Bewegung gleich groß iſt; ſo ſpringen ſie mit eben der Geſchwindigkeit von einander zurück, mit der ſie gegen einander liefen.

Wenn aber in dieſem Fall die Geſchwindigkeiten ungleich, die Maſſe aber gleich iſt; ſo verwechſeln ſie nach dem Stoß ihre Geſchwindigkeiten.

Wenn an eine Reihe gleich elaſtiſcher ſich berührender Kugeln von gleicher Maſſe, eine gleich elaſtiſche central anſtößt, ſo pflanzt ſich der Stoß durch die ganze Reihe bis zur äußerſten fort; jede dazwiſchen liegende iſt als eine geſtoßene und als eine ſtoßende anzuſehen, und daraus läßt ſich noch Nr. 2. der angeführten Geſetze der Erfolg beurtheilen, warum nähmlich nur die letztere abſpringt, und zwar mit der Geſchwindigkeit, mit welcher ſie abſpringen würde, wenn ſie von der ſtoßenden unmittelbar geſtoßen würde. Daraus, daß die größeſten Eindrücke der elaſtiſchen Kugeln beym Stoß und die Wiederherſtellung der Figur nicht urplötzlich, ſondern nach und nach geſchehen, läßt ſich erklären, warum von der Reihe zwey Kugeln abſpringen, wenn zwey zugleich anſtoßen, u. ſ. w.

G.

§. 110.

110. §.

Die relative Geſchwindigkeit des Körpers M gegen N iſt nach dem Stoße noch eben ſo groß, als ſie vor dem Stoße war, wenn beyde vollkommen elaſtiſch ſind; nur iſt eine der andern entgegen geſetzt. Aus den Gleichungen $x = a - \frac{2N(a-b)}{M+N}$, und $y = b + \frac{2M(a-b)}{M+N}$, wenn man zu jener a, zu dieſer b auf beiden Seiten addirt, folgt $a + x = \frac{2Ma + 2Nb}{M+N}$, und $b + y = \frac{2Ma + 2Nb}{M+N}$; alſo $a + x = b + y$, mithin ferner $a - b = y - x$, oder $a - b = -(x - y)$. Es iſt aber $a - b$ die relative Geſchwindigkeit des Körpers M gegen N vor dem Stoße, und $x - y$ die relative Geſchindigkeit nach dem Stoße. (62. §.)

111. §.

Weil die Summe der Bewegungen vor und nach dem Stoß einerley bleibt, wenn die Körper einander folgen, ſie mögen aus elaſtiſchen, oder auch unelaſtiſchen Maſſen beſtehen; ſo hat man allemahl $M.a + N.b = M.x + N.y$, alſo $M(a - x) = N(y - b)$. Für elaſtiſche Körper iſt überdem $a + x = y + b$. (110 §.), und wenn jene Gleichung mit dieſer multiplicirt wird, ſo erhält man $M(a^2 - x^2) = N(y^2 - b^2)$, alſo

ferner $M a^2 + N b^2 = M. x^2 + N. y^2$. Mit Worten ausgedrückt heißt das: die Summe der Producte aus jeder Maſſe mit dem Quadrat ihrer Geſchwindigkeit multiplicirt bleibt, wenn die Maſſen vollkommen elaſtiſch ſind, nach dem Stoße ſo groß, als ſie vor dem Stoße war. Der Satz iſt eine richtige Folge aus dem vorhergehenden, und es iſt derſelbe Satz, welchen H. von Leibnitz ſo ausdrückte: **Beym Stoß elaſtiſcher Körper bleibe die Summe der lebendigen Kräfte vor und nach dem Stoß einerley.**

112. §.

Um dieſen leibnitziſchen Sprachgebrauch zu verſtehen, muß man wiſſen, daß H. v. leibnitz das Wort Kraft, oder wie er ſich ausdrückt, **lebendige Kraft** in dem Sinne nehme, wie es im 102. §. iſt bemerkt worden. Carteſius und Merſennus hatten die im 102. §. bemerkte Regel als eine ſolche eingeführt, welche dienen ſollte, die vermeinten Kräfte der bewegten Körper unter einander zu vergleichen: nach H. von **Leibnitz** aber ſollten dieſe ſo genannten Kräfte ſich wie die Producte aus den Maſſen der bewegten Körper in die Quadrate ihrer Geſchwindigkeiten verhalten. In den Actis Erudit. Lipſ. pro Menſe Martio 1686, pag. 161. ſucht er ſeine Regel durch folgende Schlüſſe zu beſtätigen.

Wenn ein paar Körper von ungleichen Maſſen, der eine von 4 ℔ der andere von 1 ℔ Maſſe, ungleich hoch, der erſte von 1 Fuß Höhe,

der

der andre von 4 Fuß Höhe herabfallen; ſo erlangen ſie durch den Fall eine Kraft, vermöge welche ein jeder in umgekehrter Richtung auf dieſelbe Höhe wieder ſteigen könnte. Dieſe erlangten Kräfte ſind gleich, weil eben die Kraft nöthig iſt, die vierfache Laſt auf die einfache Höhe zu heben, welche erfodert wird, die einfache Laſt auf die vierfache Höhe zu bringen. Weil nun die durch den Fall erlangten Geſchwindigkeiten ſich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen verhalten, ſo erlangt die kleinere Maſſe doppelt ſoviele Geſchwindigkeit als die größere. Dieſemnach, ſchließt Leibnitz, verhielte ſich nach Carteſii Regel die Kraft der größern Maſſe zur Kraft der kleinern wie 4 ℔ × 1 : 1 ℔ × 2 = 2 : 1 welches falſch iſt, weil die Kräfte gleich ſeyn müſſen. Wird dagegen eine jede Maſſe mit dem Quadrat ihrer Geſchwindigkeit multiplicirt, ſo verhält ſich die Kraft der gröſſern Maſſe zur Kraft der kleinern, wie 4 ℔ × 1 : 1 ℔ × 4 = 1 : 1, und das heißt die Kräfte ſind gleich, alſo muß die letzte Vorausſetzung richtig ſeyn.

113. §.

In dieſen Schlüſſen herrſcht ſoviele Verwirrung der Begriffe, daß es ganz unerwartet iſt, wie ein ſo einſichtsvoller Mann, als Leibnitz war, ſo fehlſam habe ſchlieſſen können. Der Satz; daß eben ſoviele Kraft nöthig ſey, die vierfache Laſt auf die einfache Höhe zu heben, als die einfache Laſt auf die vierfache Höhe zu bringen, iſt

hier entweder ganz willkührlich ohne allen Beweis angenommen; oder vielleicht hat H. v. Leibnitz den unter dem Namen des Carteſianiſchen ſonſt bekannten Grundſatz der Statik im Sinne gehabt. Aber auch dieſer Satz findet nur da ſeine Anwendung, wo von eigentlichen mechaniſchen Kräften die Rede iſt, und in einem ganz andern Sinne wie derjenige iſt, welchen er in den Leibnitziſchen vermeinten Beweiſe haben müſte. Es iſt eine Vorſtellung, die den richtigen, und ſonſt allgemein anerkannten mechaniſchen Grundbegriffen gar nicht angemeſſen iſt, wenn der lothrecht ſteigende Körper, nachdem ihm in dieſer Richtung eine gewiſſe Geſchwindigkeit iſt mitgetheilt worden, als die Urſache des Steigens durch eine gewiſſe Höhe angeſehen, und ihm deswegen eine eigene Kraft zugeſchrieben wird, vermöge welcher derſelbe ſeine eigene Maſſe auf eine gewiſſe Höhe heben ſoll. Der Körper ſteigt vermöge ſeiner Trägheit ſo wie ein ruhender Körper vermöge ſeiner Trägheit ruhet. Weiter iſt ſo wenig in dem bewegten, als in dem ruhenden Körper etwas, daß den Namen einer Kraft verdiente.

114. §.

Will man indeſſen in einem ſolchen Sinne den bewegten Körpern Kräfte zuſchreiben, ſo kann man Leibnitzens Regel, wie dieſe vermeinten Kräfte verglichen werden ſollen, auch auf andere Gründe zurückführen. Man nehme an, daß ein Paar Körper mit ungleichen Geſchwindigkeiten anfangen, lothrecht in die Höhe zu

ſteigen, und die Höhen, welche ſie alsdenn erreichen, ſehe man als die Wirkungen der nach dem angenommenen Sprachgebrauch ihnen zugeſchriebenen Kräfte an, wenn die Maſſen gleich ſind: ſo heißt das, die Kräfte dieſer Körper, wenn ihre Maſſen gleich ſind, verhalten ſich, wie die Höhen, die ſie ſteigend erreichen. Wenn nun überdem angenommen wird, daß doppelt ſoviel Kraft in dieſem Sinn nöthig ſey, die doppelte Maſſe eben ſo hoch, als die einfache zu heben, ſo verhalten ſich dieſe ſogenannte Kräfte wie die Maſſen der Körper, wenn dieſe gleich hoch ſteigen. Daraus folgt, wenn die Maſſen und die Geſchwindigkeiten ungleich ſind, daß ſich dieſe vermeinten Kräfte wie die Producte aus den Maſſen in die Höhen verhalten, welche die Körper ſteigend erreichen. Das Verhältniß dieſer Höhen aber iſt mit dem Verhältniſſe der Quadrate der anfänglichen Geſchwindigkeiten einerley: alſo wäre auch das Verhältniß der Kräfte gleich dem Verhältniß der Producte aus dem Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten; welches aber nur von elaſtiſchen Körpern gültig iſt.

So ohngefähr erläutert H. von Leibnitz ſeine Gedanken im Specimine Dynamices in den Actis Eruditorum vom April 1695. Ubrigens wollte er die Sache durch eine neue Eintheilung recht deutlich machen. Körpern die bloß drücken, wie Gewichte, die unterſtützt ſind, legte er eine **todte Kraft** bey, und gab zu, daß dieſe ſich wie das Product M. C verhalten, wenn M die Maſ-

ſe und C die Geſchwindigkeit bedeutet, womit ſie nach gehobenem Hinderniſſe anfangen würde, ſich zu bewegen. Bewegten Körpern aber ſchrieb er eine **lebendige Kraft** zu, und dieſe ſollte ſich wie M. C^2 verhalten, wenn C die wirkliche Geſchwindigkeit des Körpers iſt. Es wird aber mit dieſer Eintheilung der Kräfte der Sache ſo wenig geholfen, daß ſie vielmehr die Lehre von den Kräften vollends in Verwirrung bringt. Damit ich hier nicht zu weitläuftig werde, will ich mich nur kurz auf dasjenige beziehen, was ich an einem andern Orte darüber geurtheilet habe. (M. ſ. den **Lehrbegriff der geſammten Mathematik** IV. Theil, 269. §. der Mech. 267. Seite.)

115. §.

Wenn ein feſter Körper an eine unbewegliche und dabey ſo weiche Maſſe ſtößt, daß derſelbe Theile von dieſer Maſſe loßreiſſen, und vor ſich her ſchieben kann; ſo dringt der feſte Körper in die unbewegliche Maſſe bis auf eine gewiſſe Tiefe hinein, wie z. E. eine Kanonenkugel in einem Wall von Erde hineindringt. In Fällen von dieſer Art, wenn die unbewegliche Maſſe durchgängig einerley Feſtigkeit hat, iſt der Widerſtand gegen den hineindringenden Körper beſtändig gleich groß. Eine Kugel, die in einen erdenen Wall oder hölzernen Bloch hineindringt, wenn ſie ſchon bis auf eine gewiſſe Tiefe hineingedrungen iſt, findet einen eben ſo großen Widerſtand, als im erſten Anfang des Stoßes.

Dem=

Demnach wird der feſte Körper nach ähnlichen Geſetzen in ſeiner Bewegung verzögert, wie eine ſchwere lothrecht ſteigende Maſſe von der Kraft der Schwere verzögert wird.

Uebrigens hängt die jedesmahlige Größe des Widerſtandes auch von der Geſtalt und Größe des in die minder feſte Maſſe hineindringenden Körpers ab. Wenn der eindringende Körper eine Kugel iſt, ſo wird das Loch eine cylindriſche Geſtalt erhalten. Auch ſiehet man leicht, daß bey einerley Feſtigkeit der Maſſe der Widerſtand deſto größer ſeyn werde, je größer der Querſchnitt, oder die Weite dieſes cylindriſchen Lochs iſt. Die Fläche des Querſchnitts iſt dem größten Kreiſe der Kugel gleich, und der Widerſtand iſt der Fläche dieſes Querſchnittes proportional.

116. §.

Läßt man gleich große und gleich ſchwere Kugeln von bekannten Höhen in naſſen Thon frey fallen, ſo laſſen ſich die dieſen Höhen zugehörigen Geſchwindigkeiten leicht finden, (56. §.) und man weiß, daß dieſe Höhen ſich wie die Quadrate der erlangten Geſchwindigkeiten verhalten. Weil nun der Widerſtand des Thons als eine Kraft anzuſehen iſt, die der Bewegung der Kugeln beſtändig mit gleicher Stärke entgegen wirkt, und in gleichen Zeiten ihre Geſchwindigkeiten beſtändig um gleich viel vermindert; ſo verhalten ſich die Tiefen der Löcher, um welche die Kugeln in den Thon hineindringen, wie

Quadrate der Geſchwindigkeiten womit die Kugeln anſchlagen. Es iſt nehmlich eben ſoviel, als ob ihre Bewegung durch eine Schwere verzögert würde, die ſonſt eben ſo, wie die natürliche Schwere wirkte, nur mit dem Unterſcheid, daß die in einerley Zeittheil dem Körper entzogene Geſchwindigkeit ſehr vielmahl größer iſt, als ſie ſeyn würde, wenn die natürliche Schwere entgegen wirkte. Die Tiefen der Gruben würden ſich alſo verhalten, wie die Höhen, von welchen man die Kugeln herabfallen ließe. Wären die Kugeln zwar gleich groß, aber ungleich ſchwer, ſo würden ſich die Tiefen der in den Thon hinein geſchlagenen Gruben verhalten, wie die Producte aus den Maſſen der Kugeln in die Quadrate der anfänglichen Geſchwindigkeiten, oder ſtatt dieſer in die Höhen, wovon man die Kugeln hätte herabfallen laſſen.

117. §.

Wenn man dieſen Schlüſſen gemäß Verſuche anſtellet, ſo ſtimmet der Erfolg mit dem, was die theoretiſchen Gründe lehren, ſehr wohl überein. Man hat indeſſen dergleichen Verſuche auch gebraucht die Richtigkeit des leibnitziſchen ſogenannten Kräftenmaaßes zu vertheidigen. Man ſiehet die Tiefe der Gruben, welche gleich große und ungleich ſchwere Kugeln, die von verſchiedenen Höhen herab fallen, in weichen Thon ſchlagen, als die Wirkungen der Kräfte an, die man den Kugeln zuſchreibt. Weil nun dieſe ſich

wie

wie die Producte aus den Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten der anſchlagenden Kugeln verhalten, ſo ſoll dies auch das Verhältniß der ihnen zugeſchriebenen Kräfte ſeyn. Allein es verhält ſich mit dieſer Sache eben ſo, wie mit ſteigenden Körpern, denen die Schwere entgegendrückt Die anſchlagenden Kugeln beſitzen nichts, was im mechaniſchen Sinne Kraft heißen kann, ſie dringen vermöge ihrer Trägheit in den Thon hinein, und der Druck, welcher in jedem Augenblick durch die Berührung der folgenden Theile des Thons entſteht, vermindert die Bewegung der Kugeln, ſo wie der Gegendruck der Schwere die Bewegung ſteigender Körper.

Noch iſt hier etwas von der Wirkung des Stoßes elaſtiſcher Körper auf unbewegliche harte unelaſtiſche Flächen, oder umgekehrt, harter unelaſtiſcher Körper auf feſtſtehende elaſtiſche Flächen zu erwähnen. Die Erfahrung lehrt, daß ein elaſtiſcher Körper, welcher auf einen harten unbeweglichen ſtößt, mit eben der Geſchwindigkeit reflectirt wird, mit welcher er anſtieß. So ſpringt z. B. ein elaſtiſcher Ball von der harten Mauer; eine elfenbeinerne Kugel von einem Steine, in der entgegengeſetzten Richtung wieder ab. Aber eben dies erfolgt auch, wenn der ſtoßende Körper hart und unelaſtiſch, und die feſtſtehend Fläche, gegen welche er ſtoßt, elaſtiſch iſt, wie z. B. die Billiardskugel von den Polſter des Billiards, die Bleykugel von geſpannten Seiten u. ſ. w. Dieſe Wirkungen laſſen ſich aus den vorhergehenden leicht erklären. Der ſtoßende elaſtiſche Körper leidet nähmlich beym Anſchlagen an die unelaſtiſche Fläche, oder die elaſtiſche feſtſtehende Fläche von der ſtoßenden unelaſtiſchen

ſtiſchen Kugel einen Eindruck, welcher der Größe der Bewegung des bewegten Körpers proportional iſt. Da aber Wirkung und Gegenwirkung gleich ſeyn müſſen, ſo ſtellt ſich nach Aufhörung des Drucks die Figur des elaſtiſchen Körpers mit eben der Kraft wieder her, mit welcher ſie zuſammengedruckt wurde, und dieſe Kraft ſchnellt den Körper wieder in einer der vorigen entgegengeſetzten Richtung zurück.

Stößt ein harter unelaſtiſcher Körper auf einen ruhenden unbewegl. elaſtiſchen, oder umgekehrt ein elaſtiſcher auf einen unbewegl. harten und unelaſtiſchen ſchief auf, ſo wird er unter eben dem Winkel reflectirt, unter welchem er aufſtieß; oder der Reflectionswinkel er ſich iſt dem Einfallswinkel gleich, unter welchem gegen die Ebene bewegte. Die Bewegung des ſtoßenden Körpers läßt ſich, wie jede andere, deren Richtung auf einer Fläche ſchief iſt, als eine aus zwey Kräften zuſammengeſetzte betrachten, wovon die Richtung der einen ſenkrecht auf die geſtoßene Fläche ſteht, die der andern aber mit der Fläche parallel läuft, die alſo beyde den Winkel eines Parallelograms einſchließen, deſſen Diagonallinie der ſtoßende Körper durchläuft. Beym erfolgten Stoß wirkt alſo nur die eine von dieſen beyden Kräften, die auf den geſtoßenen ſenkrecht ſteht; die andere wird nicht angewendet, bleibt alſo ungeſchwächt. Da der Körper aber nach erfolgten Stoß wieder zurückgeworfen wird, mit eben der Kraft mit welcher er ſenkrecht aufſtieß; ſo wird er auch nun wieder eine zuſammengeſetzte Bewegung haben, und von zwey Kräften getrieben werden, nämlich von der erſtern Kraft, deren Richtung parallel mit der Fläche war, und die nicht angewendet wurde, oder der nicht wiederſtanden wurde, folglich noch ungeſchwächt iſt, und von der, die den Körper ſenkrecht von der Fläche zurücktrieb. — Er muß alſo nun wieder die Diagonallinie des Parallelograms durchlaufen, wovon die Richtungen beyder Kräfte einen Winkel ein-

ſchlie-

ſchließen. Da die Richtungen dieſer Kräfte wieder denſelbigen Winkel, nähmlich einen rechten bilden, und die Kräfte ſelbſt wieder eben ſo groß ſind als vorher, alſo durch gleich große Linien vorgeſtellt werden können, ſo muß die Diagonale des eingebildeten Parallelograms denſelbigen Winkel gegen die abgeſtoßene Fläche machen, als ſie vor den Stoß machte; oder der Reflectionswinkel muß den Einfallswinkel gleich ſeyn, wie ſich leicht durch Zeichnungen zeigen läßt Beyſpiele durch Erfahrungen geben hievon das Abſpringen der Billiardskugeln von den elaſtiſchen Banden des Billiards, gegen welche die elfenbeinernen Kugeln ſelbſt als vollkommen hart anzuſehen ſind, das Abſpringen der auf das Waſſer ſchief geworfenen Steine, und eben ſo auch die Reflexion des Lichtes von Planſpiegeln u. ſ. w. G.

118. §.

Sehr merkwürdig iſt es, das Männer von ſo großen Einſichten und Verdienſten, als **Johann Bernoulli**, **Hermann**, **Bülffinger**, **der Freyherr von Wolff**, **Graveſand**, **Muſſchenbroeck** u. a. m. welche das leibnitziſche Kräftenmaaß vertheidigten, und auf der andern Seite **Mairan**, **Jurin**, **Deſaguliers**, **Maclaurin**, **Heinſius**, u. a. m. welche die ehemalige Vergleichung nach **Carteſens** Regel wollten beybehalten wiſſen, in einen ſo weitläuftigen Schriftwechſel über eine Streitfrage haben gerathen können, die ſo leicht hätte ins Licht geſetzt werden können. Man ſiehet daraus, wie viel in Wiſſenſchaften auf richtig beſtimmte den Sachen recht genau angemeſſene Begriffe ankomme. Die ungemeine Zweydeutigkeit des Worts **Kraft**

war

war an aller Verwirrung Schuld, und um ſo mehr ſollten nun unſre neuern Schriftſteller den vieldeutigen Gebrauch des Worts **Kraft** in den Lehrbüchern der Naturlehre zu vermeiden ſuchen. Wir brauchen das Wort **Kraft** im gemeinen Leben, und ſelbſt in andern Wiſſenſchaften ſehr häufig ſo, daß es ein bloßes **Vermögen** anzeigt; wir ſchreiben Geiſtern Kräfte zu, dem einen einen eine größere, andern eine kleinere Kraft, wenn der eine mehr thun kann, als der andre. So etwas, das in dieſem ſehr allgemeinen Verſtande **Kraft** heiſſet, hat man einem bewegten Körper auch zugeſchrieben, und in dieſem Sinn die Kräfte bewegter Körper vergleichen wollen. So erklärt ſich Joh. **Bernoulli**, einer der eifrigſten Vertheidiger Leibnitzens, ſelbſt darüber in der Diſſert. De vera notione virium vivarum §. III. Operum. Tom. III. pag. 240, wiewohl **Bernoulli** ſo wenig als andre immer einerley beſtimmten Sprachgebrauch beobachtet haben.

119. §.

Es erklärt ſich einigermaßen, wie es habe zugehen können; daß Männer von ſolchen Einſichten als Leibnitz, Johann Bernoulli, und andre oben ſchon genannte, ſo eifrige Vertheidiger der Leibnitziſchen Lehre von Verleichtung der ſogenannten lebendigen Kräfte haben abgeben können, wenn man weiß, daß ſie ein wichtiges Naturgeſetz geſunden zu haben glaubten, das ſich ihrer Meinung nothwendig auf dieſe Vorſtellungsart von den lebendigen Kräften gründen ſollte. Es iſt eben der im 111 §. aus den Geſetzen des Stoßes vollkommen elaſtiſcher Körper ſchon hergeleitete

Satz

Satz, vermöge deſſen nach dem Leibnitz-Bernoulliſchen Sprachgebrauch die Summe der lebendigen Kräfte vor und nach dem Stoß einerley bleibt. Dies ſollte ein ganz allgemeines Naturgeſetz werden, vermöge deſſen man behaupten könne: in der Körperwelt werde immer einerley Summe von Kräften erhalten, und es gehe keine lebendige Kraft verlohren. Freylich war es offenbar, daß der Satz für unelaſtiſche Körper nicht gelte, allein gegen dieſe vollkommen gegründete Einwendung ſuchte man ſich durch allerley Ausflüchte zu helfen. Es hieß ein Theil der lebendigen Kraft werde auf die Zuſammendrückung verwandt, bleibe aber doch in den zuſammen gedrückten Theilen, und werde nur um deßwillen nicht wieder thätig, weil die Weichheit der Maſſe es hindere. M. ſ. Joh. Bernoulli ſchon angeführte Abhandl. de vera notione virium vivarum, §. IX.

120. §.

Für unelaſtiſche Maſſen hat man dem 105 §. gemäß, wenigſtens alsdenn, wenn die Körper einander folgen, ein ähnliches Geſetz, und wenn man nach der ehemaligen Art die vermeinte Kraft eines bewegten Körpers der Größe ſeiner Bewegung proportional ſetzen wollte; ſo könnte man auch bey dem Stoße unelaſtiſcher Körper, wenigſtens alsdenn, wenn ſie einander folgen, eine Erhaltung der Kräfte behaupten. Freylich in dem Fall, wenn die Körper einander entgegen laufen, wäre das nur Differenz der Kräfte, was im entgegengeſetzten Fall Summe war. Für elaſtiſche Körper wären in allen Fällen nach dem Leibnitziſchen Sprachgebrauch die Summe der lebendigen Kräfte vor und nach dem Stoß einerley. Denn in dem allgemeinen Ausdruck des Satzes $M.a^2 + N.b^2 = Mx^2 + Ny^2$ (110 §.) bleibt nach den bekannten Regeln der Buchſtabenrechnung b^2 poſitiv, wenn man gleich $-b$ ſtatt $+b$ ſetzet. Dieſer Umſtand gab eben dem Satze ſelbſt ſoviel einneh

nehmendes. Wenn man einmahl einem jeden bewegten Körper eine beſondre von ſeiner Trägheit verſchiedene Kraft beyleget; ſo wird man auch ſehr geneigt ſeyn zu glauben, daß die Summe aller in der ganzen Körperwelt vertheilten Kräfte dieſelben bleibe, die Körper mögen wie man will in einander wirken, und das eine Kraft, die ein Körper verliert, nur in andre übergehe. Joh. Bernoulli hält das für ſo evident, daß er a. a. O. pag. 56 behauptet, man würde dies Geſetz nur verdunkeln, wenn man unternehmen wollte, es zu beweiſen.

In der That kann man die Richtigkeit dieſes ſogenannten Grundſatzes von Erhaltung der lebendigen Kräfte, ohne daß es eben nöthig iſt, den Leibnitz-Bernoulliſchen Sprachgebrauch beyzuhalten, in vielen Fällen aus andern Gründen als aus den ſo ſehr ſchwankenden Begriffen von den lebendigen Kräften herleiten: vielleicht ließe ſich der Satz auch in einem gewiſſen richtigen Sinn allgemein beweiſen. Allein der Satz ſelbſt iſt für den jetzigen Zuſtand der Naturlehre und der mechaniſchen Wiſſenſchaften völlig entbehrlich, weil man alles, was ſonſt aus dieſem Grundſatz richtig iſt geſchloſſen worden, viel ſicherer und bündiger aus andern völlig ungezweifelt richtigen Gründen herleiten kann, die größtentheils von Joh. Bernoulli ſelbſt erfunden worden.

Der VII. Abſchnitt.

Erklärung einiger Geſetze des Gleichgewichts der ſchweren und unelaſtiſchen flüſſigen Maſſen.

121. §.

Bey den oben ſchon angeſtellten Unterſuchungen über die Wirkung der Schwere auf feſte

feſte Maſſen war es nöthig, daß man ſich an die Vorſtellung einer bloß trägen Maſſe ohne Schwere gewöhne; (§. 25. u. f.) und wegen der dort ſchon angeführten Gründe muß man ſich anfangs auch bloß träge flüſſige Maſſen ohne Schwere vorſtellen. Alle Theilchen der in der Natur vorhandenen flüſſigen Maſſen ſind der Wirkung mechaniſcher Kräfte ſchon ausgeſetzt: wenn man alſo wiſſen will, was die Wirkung der Schwere für einen Erfolg hat, ſo muß man zuerſt unterſuchen, was mit flüſſigen Maſſen vorgehen würde, wenn ſie nicht ſchwer wären, ſonſt aber eine oder mehr bewegende Kräfte nach angenommenen Geſetzen auf die Maſſe wirkten.

122. §.

Es ſey alſo CDEF ein Waſſer-Körper von 17.
willkührlicher Geſtalt und Größe, aber ohne Fig.
Schwere, kein Theilchen deſſelben ſey dem Druck der Schwere oder ſonſt einer Kraft ausgeſetzt: ſo erhellet, daß alle Elementartheilchen deſſelben in völliger Ruhe bey einander bleiben würden, ohne ihre Lage gegen einander nur im geringſten zu ändern. Eben das würde der Erfolg ſeyn, wenn auch die Maſſe des Körpers eine feſte Maſſe wäre. Man verbinde hiemit die Vorſtellung, die auf zwey Elementartheilchen A und B gleich große Kräfte nach entgegen geſetzten übrigens aber in eine grade Linie zuſammen fallenden Richtungen Aa und Bb, oder Aα und Bβ wirken, mithin im erſten Fall dieſe Theilchen gegen einander

zu treiben, im letzten Fall aber ſie von einander zu entfernen ſtreben: ſo wird der Erfolg gar ſehr verſchieden ſeyn, nachdem die Maſſe feſte oder flüſſig iſt. Wofern es eine feſte Maſſe iſt, ſo werden dieſe gleichen einander entgegen geſetzten Kräfte im Gleichgewicht ſeyn, (30. §.) und es wird noch alles in Ruhe bleiben. Dagegen kann keinesweges ein Gleichgewicht erfolgen, ſo bald die Maſſe flüſſig iſt: die Theilchen A und B werden nach den Richtungen der Kräfte Aa und Bb, oder Aα, Bβ, in Bewegung kommen, und nicht allein die grade vorwärts liegenden ſondern auch wohl einige der ſeitwärts liegenden Theilchen mit in Bewegung bringen. Denn jede flüſſige Maſſe iſt ſo beſchaffen, daß ihre Theilchen ſich an und neben einander von einer ungemein geringen Kraft bewegen laſſen.

Um die Geſetze des Gleichgewichts und der Bewegungen ſchwerer flüſſiger Körper gehörig einzuſehen und zu beurtheilen, erinnere man ſich gleich anfangs, daß ſich bey dieſen Körperarten nicht, wie bey den feſten, ein gemeinſchaftlicher Schwerpunct annehmen läßt. Der Grund davon iſt die ſo geringe Cohäſion ihrer Grundmaſſen, welche verhindert, daß wenn ein Theil eines ſolchen Körpers unterſtützt iſt, die andern Theile, welche außerhalb der Richtungslinie der unterſtützten Theile liegen, losreißen. Man muß daher dieſe flüſſigen Körper als eine Menge von kleinen Theilen anſehen, die, wegen ihres geringen Zuſammenhanges unabhängig von einander ihre Schwere äußern, oder, wovon jedes noch ſo kleine Theilchen unabhängig von dem andern ſeinen eignen Schwerpunct hat. Hieraus läßt ſich dann leicht ein-

einſehen, (was der Hr. Verfaſſer in der Folge ſehr umſtändlich erklärt) warum alle Tropfen flüſſiger Stoffe ſich jederzeit an den niedern Ort ſenken, und wenn ſie ruhig ſtehen, jedesmal eine ſolche Lage annehmen müſſen, daß ihre Oberfläche in weiten Gefäßen horizontal iſt. Wäre nämlich die Fläche nicht horizontal, ſo würden ſich die Theilchen, die man ſich als Kügelchen vorſtellen kann, oben auf einer ſchiefen Fläche befinden, auf der ſie nicht unterſtützt wären, und wegen des Mangels der Cohäſion von den andern auch nicht zurückgehalten würden; ſie müßten folglich herabrollen, und dies muß geſchehen, ſo lange noch ein Theil höher liegt als der andere. Folglich kömmt nicht eher Ruhe bis die Oberfläche horizontal iſt. — Daß aber in Gefäßen die Flüſſigkeiten am Rande höher oder niedriger, als in der Mitte ſtehen können, hat einen andern Grund, wovon in der Folge das Nöthige erwähnt werden wird.

G.

123. §.

Soll indeſſen das Theilchen A nach der Richtung Aa, und B nach Bb wirklich in Bewegung kommen, wenn die Kräfte an A und B dieſe Theilchen gegen einander zu treiben ſtreben: ſo müſſen die ſeitwärts der graden Linie AB liegenden Theilchen ausweichen, weil körperliche Maſſen, in ſo weit ſie körperlich ſind, nicht in einander hinein dringen können. Würde demnach dies Ausweichen der zwiſchen A und B liegenden Theilchen verhindert, ſo wäre es doch möglich, daß die auf A und B drückenden gleich großen Kräfte einander im Gleichgewicht erhielten, nicht anders, als wenn AB ein feſter unbiegſamer Stab wäre. Man ſtelle ſich alſo die grade Linie AB als die

geometriſche Axe eines cylindriſchen oder priſmatiſchen Waſſerkörpers vor, der von einer feſten cylindriſchen oder priſmatiſchen Fläche eingeſchloſſen iſt. Die Grundflächen des Waſſerkörpers nehme man auf der Axe AB ſenkrecht an, ohne jedoch vorauszuſetzen, daß dieſe Grundflächen feſte Flächen ſind: ſo hat man die Vorſtellung von einer Röhre voll Waſſer, die aber an beyden Enden offen iſt. Schweres Waſſer würde aus dieſer Röhre heraus fließen, allein eine bloß träge flüſſige Maſſe ohne Schwere würde darin ruhig beiben, was auch die Röhre für eine Lage hätte.

Wenn nun gegen alle Puncte beyder Grundflächen des Waſſerkörpers gleiche Kräfte nach ſolchen Richtungen drücken, die auf den Grundflächen ſenkrecht ſind; ſo iſt es eben ſoviel, als wenn dieſe Kräfte gegen eine feſte Maſſe drückten, weil die Theilchen der flüſſigen Maſſe nicht ſeitwärts weichen, auch wegen ihrer Undurchdringlichkeit nicht in einander ſelbſt hineindringen können. Es wird alſo nur darauf ankommen, ob vielleicht die flüſſige Maſſe elaſtiſch ſey, und eben um deßwillen ſich in einen engern Raum zuſammendrücken laſſe. Nimmt man an, die Maſſe laſſe ſich nicht zuſammendrücken; ſo iſt offenbar, daß die gegen A drückenden Kräfte mit den gegen B drückenden im Gleichgewicht bleiben.

124. §.

Flüſſige Maſſen die ſich durch einen äußern Druck nicht in einen engern Raum zuſammenpreſſen laſſen, können bey dieſen Unterſuchungen Kürze halber unelaſtiſche heißen. **Elaſtiſch** würde eine flüſſige Maſſe ſeyn, die nicht allein durch einen äußern Druck in einen engern Raum zuſammen gepreßt werden könnte, ſondern auch alsdenn ein Beſtreben äußerte, ſich nach gehobenen äußern Druck in den vorigen Raum wieder auszubreiten. Ob das in der Natur wirklich vorhandene Waſſer durch einen äußern Druck in einen engern Raum zuſammengepreßt werden könne, war ſonſt noch nicht völlig entſchieden: nun aber ſcheint es vermöge ganz neuer Verſuche vermittelſt einer Maſchine, die der Herr Bergrath **Abich** angegeben hat, ausgemacht zu ſeyn, daß ſich das Waſſer allerdings, wenn die äußere Gewalt nur ſtark genug iſt, in einen engern Raum zuſammendrücken laſſe, auch alsdenn, wenn die äußere Gewalt nachläßt, ſich in einen größern Raum wieder ausbreite. (M. ſ. davon die Abhandlung: **Ueber die Elaſticität des Waſſers theoretiſch und hiſtoriſch entworfen vom Herrn E. A. W. Zimmermann, Profeſſor in Braunſchweig, Leipzig.** 1779.)

Soviel ergeben indeſſen auch dieſe Verſuche, daß der Raum, den eine Maſſe Waſſer einnimmt, ſich bey einem anſehnlich ſtarken Druck nur wenig ändre. Wenn aber auch die Aende-

rung noch beträchtlicher wäre, als ſie beym Waſſer in der Natur wirklich befunden wird; ſo würde das doch eben keine Aenderung des bisher in der Naturlehre und in den mechaniſchen Wiſſchenſchaften üblich geweſenen Redegebrauchs nothwendig machen. Das Wort Waſſer bezeichnet hier jede unelaſtiſche flüſſige Maſſe, und die Geſetze, nach welchen mechaniſche Kräfte auf unelaſtiſche flüſſige Maſſen wirken müſſen, wenn ſie einander im Gleichgewicht erhalten ſollen, finden wenigſtens ſo lange auch bey dem in der Natur wirklich vorhandenen Waſſer ihre Anwendung, als die Aenderung des Raums, den es einnimmt, unbeträchtlich bleibt, wenn es dem Druck mechaniſcher Kräfte ausgeſetzt iſt.

Schon durch das Abſpringen harter Körper von dem Waſſer, die ſchief darauf geworfen werden, und dann auch aus der Fortpflanzung des Schalles durchs Waſſer ließe ſich die Elaſtizität deſſelbigen genugthuend beweiſen; wenn es nicht die Verſuche des Hrn. Abich und Zimmermann noch deutlicher und befriedigender darthäten. — Statt des alſo wirklich nun nicht paſſenden Ausdruckes unelaſtiſcher Flüßigkeit, womit der Hr. Verfaſſer das Waſſer bezeichnet, dient das Wort tropfbare Flüſſigkeit beſſer, um es von den eigentlichen ſogenannten elaſtiſchen, Flüſſigkeiten zu unterſcheiden.

125. §.

18. Fig. Nunmehro ſtelle ABCD eine verticalſtehende priſmatiſche oder cylindriſche Röhre mit einem ebenen wagrechten Boden BC vor; in derſelben be=

befinde ſich bloß träges nicht ſchweres Waſſer, welches den ganzen Raum der Röhre von BC bis an EF ausfüllet, und die höchſte Fläche EF ſey mit BC parallel. Auf die ebene Fläche EF des Waſſerkörpers drücke ein Gewicht P, das über der ganzen Fläche gleichförmig vertheilt iſt, ſo daß auf jedes Stück mn dieſer Fläche ein Theil des Gewichts P drückt, der im ganzen ſovielmahl enthalten iſt, als das Stück mn in der ganzen Fläche EF: ſo iſt das eben ſoviel, als wenn auf alle Puncte der Fläche EF gleiche Kräfte drückten. Man kann ſich das Gewicht P als einen ſchweren Cylinder oder als ein ſchweres Priſma EKLF vorſtellen, das am innern Umfange der Röhre allenthalben genau jedoch ohne Friction anſchließt, und deſſen Maſſe überall eine gleichförmige Dichtigkeit hat.

Wäre nun in BC kein feſter Boden, ſo müßte dem Druck des Gewichts P gegen EF ein eben ſo großer Druck ſenkrecht gegen BC der auch eben ſo gleichförmig über BC vertheilt wäre, entgegen geſetzt ſeyn, um das Gleichgewicht zu erhalten: alſo leiſtet der feſte Boden das, was jener entgegen geſetzte Druck leiſten würde. Aber eben daraus folgt, daß der feſte Boden eben ſo gedrückt wird, als wenn das Gewicht P unmittelbar darauf läge. Der Druck dieſes Gewichts P pflanzt ſich vermittelſt des Waſſers gegen den Boden ſo fort, daß jeder Theil pq der Fläche des Bodens einem Druck ausgeſetzt iſt, welcher in dem ganzen über der Fläche des Bodens verbrei-

teten Druck ſo vielmahl enthalten iſt, als der Theil pq, in der ganzen Fläche des Bodens BC.

126. §.

Die Lage der Röhre ABCD iſt nur um deßwillen anfangs vertical angenommen worden, damit ſolches die erſten Vorſtellungen von der Sache erleichtere. Es kann ſtatt deſſen dieſe Röhre ABCD jede Lage haben, wie es die 19te Figur vorſtellet. Man kann ſich nun einem feſten am
19. innern der Röhre allenthalben genau anſchließen-
Fig. den Stempel EKLF vorſtellen, der vermittelſt der Stange OP in der Röhre ohne Friction beweglich iſt, und eben ſo ſtark gegen EF gedrückt wird, als vorhin in der lothrecht ſtehenden Röhre das Gewicht P gegen EF drückte. Alles bleibt alsdenn wie vorhin, der feſte Boden leiſtet das, was ein Stempel leiſten würde, der gegen BC mit eben der Gewalt entgegen drückte: alſo pflanzt das Waſſer den Druck des Stempels gegen EF auch gegen BC ſo fort, als wenn der Stempel unmitelbar gegen BC drückte.

127. §.

Mit dieſen Sätzen würde es noch ſeine Richtichtigkeit haben, wenn auch EBCF eine feſte Maſſe wäre, die an der innern Fläche der Röhre zwar allenthalben genau anſchlöſſe, übrigens aber nach der Länge der Röhre darin ganz frey ohne Friction beweglich wäre. Die flüſſige Maſſe aber unterſcheidet ſich eben darin von der feſten, daß ihre Beſtandtheile nach allen Seiten, mithin auch gegen die feſte Seitenfläche,

wel-

welche den Waſſerkörper als eine Röhre umgiebt, auszuweichen ſtreben: dieſerwegen wird die flüſſige Maſſe, wenn ein Stempel, oder ſonſt etwas gegen die Fläche EF preßt, auch allenthalben gegen die feſte Seitenfläche der Röhre drücken. So wie ſich der Druck, welchem die Fläche EF ausgeſetzt iſt, gegen die Grundfläche BC fortpflanzt, nach eben den Geſetzen pflanzt er ſich nach allen Seiten auch gegen die feſte Seitenfläche fort, welche die Röhre umgiebt.

Man nehme an, die Röhre ſey prismatiſch, und GH ein kleines Stück einer von den ebenen und feſten Seitenflächen der Röhre, das etwa den 10ten Theil der Fläche EF oder BC ausmacht; ſo leidet GH einen darauf ſenkrechten Druck, welcher den 10ten Theil desjenigen Drucks ausmacht, welchem EF ausgeſetzt iſt. Wenn GM ein Stück der Seitenfläche vorſtellt, das eben ſo groß, als EF iſt, ſo leidet GM einen über dieſer Fläche gleichförmig vertheilten Druck, der eben ſo groß iſt, als der Druck gegen EF. Iſt alſo GH nur $\frac{1}{10}$tel von GM, oder $\frac{1}{10}$ von EF, ſo leidet GF nur den zehnten Theil von dem erwehnten Druck. Es iſt offenbar, daß das Waſſer durch GH ausſpritzen würde, wenn man das Stück GH aus der feſten Seitenfläche wegnähme, und eine eben ſo große Oeffnung machte: ein über GH aber gleichförmig vertheilter Druck, der den 10ten Theil von dem Druck aus-

 machte,

machte, welchem EF ausgeſetzt iſt, würde das Gleichgewicht herſtellen.

Eben dieſen Schlüſſen gemäß iſt ſelbſt das Waſſer in allen ſeinen innern Beſtandtheilen einem Druck ausgeſetzt, der von dem äuſſern Druck gegen EF herrührt. Stellt man ſich nemlich eine feſte Fläche RS, die eben ſo groß als EF iſt, innerhalb der Waſſermaſſe vor; ſo iſt dieſe be auf jeder Seite einem Druck ausgeſetzt, der eben ſo groß iſt, als der Druck, welcher von auſſen gegen EF preßt. Wenn dagegen RS kleiner oder gröſſer als EF wäre, ſo würde auch der Druck, welchem RS an jeder Seite ausgeſetzt iſt, in eben dem Verhältniß kleiner oder gröſſer ſeyn.

128. §.

20. Fig. Dieſe Lehren dienen als die nächſten Vorbereitungen zur Aufklärung deſſen, was die Wirkung der Schwere auf flüſſige Maſſen für einen Erfolg hat. Es ſtelle AEBCDF ein Gefäß vor, das mit bloß trägen Waſſer ohne Schwere angefüllt iſt, und dieſe Maſſe ſey durch ebene mit einander parallele Flächen EF, ab, cd, ef, in Schichten getheilt. Ferner ſtelle man ſich vor, daß gegen jede dieſer Ebenen nach einer darauf ſenkrechten Richtung von oben herab eine Kraft drücke, und daß der Druck darüber gleichförmig vertheilt ſey: ſo pflanzt ſich jede von den Preſſungen, welchen ef, cd, ab, für ſich ausgeſetzt ſind, nach den Geſetzen des Gleichgewichts gegen EF fort. Eben dieſe Preſſungen und auſſerdem auch noch

der Druck, welchem EF für ſich ausgeſetzt iſt, pflanzen ſich gegen jede Stelle der feſten Fläche EBCDF fort, welche die in dieſem Raum enthaltene flüſſige Maſſe umgiebt. Gleichgroſſe Stellen dieſer Fläche leiden gleichviel Druck, ſoviel nemlich als jedes eben ſo groſſe Stück der Fläche EF leidet.

Gegen ab pflanzen ſich nur die Preſſungen fort, welchen cd und ef ausgeſetzt ſind, eben dieſe Preſſungen, und der Druck, welchen ab für ſich ausgeſetzt iſt, pflanzen ſich gegen jedes Stück vom feſten Umfange des Gefäſſes fort, das zwiſchen E und a, oder zwiſchen F und b liegt. Der Druck gegen ein Stück der feſten Seitenfläche des Gefäſſes, das zwiſchen EF und ab ſeine Stelle hat, iſt alſo kleiner, als gegen ein eben ſo großes Stück, das unter EF in dem Theil EBCDF ſeine Stelle hat. Eben ſo pflanzen ſich gegen jede Stelle zwiſchen a und c oder b und d nur die Preſſungen fort, welche cd und ef leiden, gegen jede Stelle zwiſchen c und e, oder d und f aber allein derjenige Druck, welchem ef ausgeſetzt iſt. Das Stück eAf der feſten Seitenfläche leidet gar keinen Druck, wofern nicht etwa die äuſſerſte Gränze der flüſſigen Maſſe Aα auch einem Druck ausgeſetzt iſt, der ſich ſeitwärts gegen Ae, und αf fortpflanzen würde. Der Druck gegen jede eben ſo groſſe Stelle der feſten Seitenfläche des Gefäſſes würde dadurch um eben ſoviel vergrößert werden.

129. §.

22 Fig. Das grade priſmatiſche oder cylindriſche Gefäß ABCD ſey nun ſo geſtellt, daß die Grundflächen BC und EF die wagrechte Lage haben, und daſſelbe ſey mit ſchwerem Waſſer angefüllt. Wenn alsdenn alle Beſtaudtheile des Waſſers völlig in Ruhe ſind, ſo iſt jeder wagrechte Schnitt EF des Waſſers einem Druck ausgeſetzt, der ſo groß iſt, als das Gewicht der darüber ſtehenden Waſſermaſſe AEFD; auch iſt dieſer Druck über der Ebene EF gleichförmig vertheilt. Denn alle Beſtandtheilchen des Waſſers drücken vermöge ihres Gewichts nach lothrechten Richtungen herab, und es iſt klar, daß EF einerley Druck leide, es mag über EF eine flüſſige Maſſe von gleichartiger Dichtigkeit ſtehen, oder eine feſte Maſſe, die mit der flüſſigen einerley ſpecifiſches Gewicht hat, und an den Seiten des Gefäſſes allenthalben genau anſchließt, aber doch in demſelben ohne Friction frey beweglich iſt. Der Boden BC leidet alſo einen Druck, der ſo groß iſt, als das Gewicht der ganzen bis an AD darüber ſtehenden Waſſerſäule.

130. §.

Aber auch nur dieſer Druck gegen den Boden BC, oder einem andern damit parallelen Schnitt EF iſt in beyden Fällen einerley, man mag ſich ABCD, oder AEFD, als eine feſte oder als eine flüſſige ſchwere Maſſe vorſtellen. Denn auſſer dem Druck gegen BC oder gegen EF ſtrebt auch die flüſſige Maſſe ſich nach allen Seiten aus-

zubreiten, und um deßwillen iſt zugleich jede angenommene Stelle der Seitenfläche des Gefäſſes einem darauf ſenkrechten Druck ausgeſetzt. Um deſto deutlicher zu überſehen, was die Wirkung der Schwere für einen Erfolg hat, erwäge man zuerſt, was der Erfolg ſeyn müſte, wenn alles unterhalb des Querſchnittes EF befindliche Waſſer nur träge, und das oberhalb EF ſtehende Waſſer allein ſchwer wäre. Nun würde der Druck der ſchweren über EF ſtehenden Waſſerſäule ſich durch die bloß träge flüſſige Maſſe zwiſchen BC und EF gleichförmig vertheilen, jedes Stück der Seitenfläche EB oder FC würde ſoviel Druck leiden, als ein eben ſo groſſes Stück der Ebene EF leidet.

Wenn dagegen alles im Gefäß befindliche Waſſer ſchwer iſt, ſo leiden gleich groſſe Stellen der Seitenfläche des Gefäſſes, wenn ſie nicht gleich tief unter der höchſten Fläche AD liegen, auch ungleichen Druck; ein tiefer liegendes Stück leidet mehr Druck, als ein andres, das nicht ſo tief unter AD befindlich iſt. Ein wagrechter Schnitt ef, der nur um etwas ſehr weniges tiefer als EF liegt, iſt ſchon einem größern Druck, als, EF ausgeſetzt, und eben darum leiden auch alle Stellen der feſten Seitenfläche des Gefäßes, die im Umfange des Schnitts ef liegen, ſchon mehr Druck, als diejenigen, welche im Umfange des Schnitts EF liegen. Der Seitendruck des ſchweren Waſſers iſt alſo über die Seitenfläche des Gefäſſes nicht gleichförmig vertheilt.

Die

Die obere wagrechte Fläche AD des Gefäßes leidet übrigens gar keinen Druck, und das Gefäß könnte auch oben offen ſeyn, ohne daß dadurch im Zuſtande des Gleichgewichts der ſchweren Waſſertheilchen unter einander das geringſte geändert würde.

Es folgt aus dem Angeführten, daß jeder Punct der Seitenfläche eines mit Waſſer gefüllten Gefäßes einen Druck leidet, der gleich iſt dem Gewichte einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dieſem Punkte, und deren Höhe der Entfernung dieſes Punktes der Seitenwand in lothrechter Linie von der Oberfläche des Waſſers gleich iſt. — Der Seitendruck nimmt alſo zu, wie die Höhe des Waſſers zunimmt, und zwar in arithmetiſcher Progreßion. — Iſt ein kubiſches Gefäß mit Waſſer erfüllt, ſo beträgt der Druck des Waſſers gegen eine ganze Seitenfläche des Gefäßes halb ſoviel als gegen den Boden, und gegen alle 4 Flächen noch einmal ſoviel als gegen den Boden.

G.

131. §.

22. Fig. Wäre die Grundfläche BC des Gefäßes ein Quadratfuß, und wäre alsdenn das Gefäß bis an EF nur einen Fuß hoch mit Waſſer angefüllet; ſo wäre der Druck gegen den Boden BC ſo groß, als das Gewicht eines Cubicfußes Waſſer. Wäre bey eben der Größe der Grundfläche das Gefäß bis an AD drey Fuß hoch mit Waſſer angefüllet, ſo wäre der Druck gegen den Boden ſo groß, als das Gewicht von drey Cubicfuß Waſſer. Weil überdem der Druck über dem Boden gleichförmig vertheilt iſt, ſo leidet ein Stück des Bodens, deſſen Größſe einen Quadrat-

dratzoll beträgt, den 144ſten Theil des ganzen über dem Boden gleichförmig vertheilten Drucks. Dieſe Art die Größe des Drucks anzugeben, iſt eben ſo verſtändlich, als wenn man ein Gewicht in Pfunden angiebt, das dem Druck gleich wäre, wenn man nur weiß, wieviel ein Cubicfuß Waſſer wiegt. Man könnte, um dies zu erfahren, ein ſolches Gefäß, deſſen Inhalt in Cubicmaaß nach den Regeln der Geometrie ohne Schwierigkeit berechnet werden kann, anfangs leer, und nachher auch mit Waſſer angefüllt abwägen; ſo würde man, um das Gewicht der darin enthaltenen Waſſermenge zu erfahren, von dem Gewicht des vollen Gefäßes nur das Gewicht des leeren abziehen müſſen. Daraus lieſſe ſich alsdenn leicht das Gewicht eines Cubiczolles durch Rechnung finden, wenn nicht vielleicht der innere Raum des Gefäſſes ſelbſt ſchon dieſe Größe hätte. Unten werden noch andere Methoden eben das zu finden, beſchrieben werden: hier kann man vorläufig bemerken, daß ein Rheinländiſcher Cubicfuß Waſſer 66 ℔ ſchwer befunden werde, wenn man Cölniſches Gewicht braucht. Wenn alſo über der Fläche eines Quadratfuſſes eine drey Fuß hohe Waſſerſäule ſteht, ſo leidet die Grundfläche einen Druck von 3mahl 66 oder 198 ℔.

132. §.

Man bedient ſich dieſes Hülfsmittels, den Druck anzugeben, welchem eine ebene Fläche ausgeſetzt iſt, allemahl mit ſehr vieler Bequemlichkeit

keit: man giebt nur die Gröſſe einer graden Waſſerſäule im Cubicmaaß an, die, wenn ſie über der dem Druck ausgeſetzten Ebene lothrecht ſtünde, dieſe Ebene eben ſo ſtark drücken würde. Ja es bedarf deſſen nur, daß die **Höhe dieſer Waſſerſäule** angegeben werde, weil alsdenn ihr Inhalt im Cubicmaaß leicht gefunden wird, wenn auch die Größe der gepreßten Fläche im Quadratmaaß bekannt iſt. Es iſt ganz verſtändlich, wenn man ſagt, eine Fläche leide eben ſoviel Druck, als wenn eine zehn Fuß hohe Waſſerſäule darüber lothrecht ſtünde. Geſetzt die Gröſſe der Fläche betrüge einen halben Quadratfuß, ſo litte ſie von einer Waſſerſäule, die nur **einen** Fuß hoch darüber ſtünde, einen Druck von 33 ℔. alſo von einer 10 Fuß hohen Säule einen Druck von 330 ℔. Die Höhe dieſer Waſſerſäule, deren Gewicht den Druck gegen die ebene Fläche gleich iſt, welche alsdenn als die Grundfläche der Säule angeſehen wird, heißt kurz die **Höhe des Drucks.**

133. §.

21. Fig. **Wenn der Querſchnitt EF der Waſſermaſſe AECDF einem Druck ausgeſezt iſt, der ſich nach den Geſetzen des Gleichgewichts gegen einen anderen Querſchnitt BD fortpflanzt, ſo iſt die Höhe des Drucks gegen beyde Querſchnitte einerley.** Man nehme an, der Druck gegen EF ſey dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, die EF zur Grundfläche, und EG oder AK zur Höhe hat, ſo iſt EF × AK ihr körper-

perlicher Inhalt. Der gegen BD fortgepflanzte Druck ſey dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, die BD zur Grundfläche hat, und ihre Höhe ſey $= Z$; ſo iſt ihr körperlicher Inhalt $= BD \times Z$ Dieſe körperlichen Räume der Säulen verhalten ſich wie ihre Gewichte, alſo wie die Preſſungen, gegen EF und BD, dieſe Preſſungen aber verhalten ſich, wie die Querſchnitte EF und BD, welche denſelben ausgeſetzt ſind. Alſo iſt $EF : BD = EF. AK : BD. Z$, folglich auch $1 : 1 = AK : Z$ und $Z = AK$.

134. §.

Wenn ſchweres Waſſer in einer feſten unbiegſamen Fläche ABCD, wie in einem Gefäſſe, von allen Seiten eingeſchloſſen iſt, und alle Beſtandtheilchen deſſelben völlig in Ruhe ſind; ſo iſt jeder wagrechte Schnitt EF des Waſſers einem Druck ausgeſezt, deſſen Höhe ſo groß iſt, als die Entfernung AK der Ebene EF von einer andern wagrechten Ebene GH, welche das Gefäß oberhalb des Schnitts an der höchſten Stelle bey A berührt. Das will ſagen, der Druck gegen EF iſt ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule, welche EF zur Grundfläche, und AK zur Höhe hätte. 20. Fig.

Man kann nemlich die Entfernung AK beyder Ebenen, oder die ganze Höhe der über EF ſtehenden Waſſermaſſe EAF, bey L, M, N, in ſoviele gleiche Theile als man will theilen, und durch die Theilungspuncte die Ebenen ab, cd, ef, eben-

ebenfalls wagrecht legen: dadurch wird die ganze Waſſermaſſe EAF in eben ſo viele übereinander liegende Schichten getheilt. Wenn alle dieſe Schichten grade Cylinder oder Priſmen wären, ſo wie EghF, aklb, cmnd, eopf, in der Figur vorgeſtellet ſind; ſo litte ef einen Druck, dem die Höhe AN zugehört (132. §.). Derſelbe pflanzt ſich nach den Geſetzen des Gleichgewichts gegen EF fort, und die Höhe dieſes gegen EF fortgepflanzten Drucks iſt ebenfalls ſo groß als AF. (133. §.).

Ferner leidet bey der angenommenen Vorausſetzung cd einen Druck, deſſen Höhe MN iſt, und derſelbe pflanzt ſich nach eben den Geſetzen gegen EF fort, ſo daß nachher ein Druck entſteht, deſſen Höhe = MN iſt Ueberdem leidet ab einen Druck, wozu die Höhe LM gehört, und daraus entſteht gegen EF ebenfalls ein Druck, deſſen Höhe LM iſt. Uebrigens leidet EF von der Schicht EFhg unmittelbar einen Druck, wozu die Höhe KL gehört. Der geſammte Druck gegen EF iſt demnach dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, die EF zur Grundfläche hat, und eine Höhe ſo groß, als die Summe der Höhen AN+NM+ML+KL.

Je kleiner man die Höhen der Schichten annimmt, deſto richtiger wird die angenommene Vorausſetzung, als wenn jede dieſer Schichten eine grade Säule wäre, die mit der Schicht gleiche Grundfläche und Höhe hätte, und es ergiebt ſich allemahl dieſelbe Schlußfolge. Die

Waſ-

Waſſermaſſe EAF aber, iſt als die letzte Summe aller dieſer Schichten anzuſehen, der man immer näher kommt, in je mehr Theile die Höhe AK getheilt wird, und für dieſe letzte Summe gilt, was für jede Reihe der ſo zuwege gebrachten Schichten bewieſen iſt. Wenn alſo die ganze Waſſermaſſe ſchwer iſt, ſo leidet jeder wagrechte Querſchnitt EF einen Druck, deſſen Höhe ſo groß iſt, als die Höhe AK der höchſten Gränze der Waſſermaſſe über dieſen Querſchnitt, oder die Tiefe des Querſchnitts unter der höchſten Gränze der Waſſermaſſe.

135. §.

Schweres Waſſer in einem oben offenen Gefäß ABCD kann nur alsdenn völlig ruhig, und alle ſchwere Beſtandtheilchen deſſelben können nur alsdenn im Gleichgewicht ſeyn, wenn die höchſte Fläche deſſelben eben und wagrecht iſt. Wenn die höchſte Fläche EMFNG nicht beydes zugleich eben und wagrecht wäre, ſo wäre jeder Querſchnitt wie MN einem Druck ausgeſetzt, deſſen Höhe der Tiefe deſſelben unter der höchſten Stelle F dieſer Fläche gleich wäre. Eben dieſer Druck würde ſich auch ſeitwärts gegen M und N fortpflanzen, mithin würde die Waſſermaſſe zerflieſſen und das Gleichgewicht könnte nicht beſtehen. 23. Fig.

Es iſt bekanut, daß eine Flüſſigkeit ſchwererer Art, auf eine andere leichtere Art gegoſſen dieſe verdrängt, und in den obern Theil des Gefäßes hinaufdrückt. Wenn man aber eine ſchwerere flüſſige Materie auf eine andere leichtere ſo gießen könnte, daß beyde Ober-

flächen vollkommen wagerecht blieben, ſo iſt kein Grund vorhanden, warum die ſchwerere nach unten zu gehen ſollte. Denn ſie würde in allen Punkten gleich ſtark drücken, weil ihre höchſte Fläche eben und wagrecht iſt; die untere leichtere Flüſſigkeit könnte alſo in keinem Punkte nach oben zu ausweichen, auch nicht nach den Seiten zu, weil wir das Gefäß feſt und ſtark genug annehmen. — Weil aber der ſchwerere flüſſige Körper zu den leichtern nicht ſo geſchüttet werden kann, daß beyder Oberflächen horizontal bleiben; ſo muß wegen des ſtärkern Drucks der Säulen der ſchweren Flüßigkeit, bey den ungleichen Höhen der Säulen beyder Flüßigkeiten die leichterer da weichen, wo ſie am niedrigſten iſt, und ſie wird daher auf der andern Seite in die Höhe gehoben, und ergießt ſich wieder zur Seite über die ſchwerere. — So ſteigen alſo leichtere Flüſſigkeiten, durch ſchwerere in die Höhe, und ſtellen ſich endlich nach ihren verſchiedenen eigenthümlichen Gewicht ſo übereinander, daß jede eine horizontale Oberfläche hat. Beyſpiele geben: das Paßevin, oder die ſcheinbare Verwandlung des Waſſers in Wein; die ſogenannte Elementarwelt, aus Queckſilber, zerfloſſenem Weinſteinſalz, Weingeiſt und Steinöl.

G.

136. §.

24. Fig. **Wenn ABHF und GHDE aufwärts gebogene Schenkel einer hohlen Röhre, oder ſonſt zwey Gefäße von willkührlicher Geſtalt, und beyde unter ſich ſo verbunden ſind, daß das in dem einem befindliche Waſſer frey in das andre Gefäß hinein treten kann; ſo kann ſchweres Waſſer nur alsdenn in beyden Schenkeln ruhig ſtehen bleiben, wenn die höchſten Waſſerflächen AF, GE, in einerley**

wag-

wagrechten Ebene liegen. Es muß nemlich unter allen wagrechten Ebenen, wie KN, die beyde Gefäße zugleich ſchneiden, und die Verbindung beyder Gefäſſe unter einander aufheben würden, wenn die Durchſchnittsfiguren OP, MN, feſte Ebenen wären, eine wie BD geben, die ſo niedrig liegt, daß die zunächſt unter ihr folgende wagrechte Ebene die Verbindung beyder Gefäſſe unter einander nicht mehr hindern würde. Was unter dieſer niedrigſten Ebene liegt, die noch beyde Gefäße trennen würde, mag eine Geſtalt haben, welche es wolle, ſo kann man es doch allemahl als die Verbindungsröhre beyder Gefäße anſehen. Wäre dieſe Ebene BD eine feſte Fläche, ſo würde ſie im Zuſtande des Gleichgewichts von dem unter ihr in der Verbindungsröhre BCD befindlichen Waſſer gar keinen Druck leiden, wohl aber von demienigen Waſſer, was in jedem Gefäß darüber ſteht. Die Höhe des Drucks gegen BH wäre AL, und wenn der Theil BH der feſten Ebene, welcher ABHF als ein Boden ſchließt, weggenommen wäre, ſo würde nun jeder Druck ſich durch die Waſſermaſſe BCD nach allen Seiten fortpflanzen, und der feſte Boden HD würde nun aufwärts einen Druck leiden, dem die Höhe AL zugehörte. Von oben her preßt aber dagegen ein Druck, dem die Höhe GQ zugehört. Soll demnach alles in Ruhe bleiben, wenn auch der feſte Boden HD weggenommen würde; ſo müſſen beyde Preſſungen gegen HD gleich groß, mithin die Höhe GQ = AL ſeyn.

Der Satz, daß in zuſammenhängenden Röhren (tubi communicantes) Flüſſigkeiten von einerley Art gleich hoch ſtehen müſſen, wenn ſie im Gleichgewichte ſeyn ſollen, läßt ſich auch auf folgende Art erweiſen:

1) wenn die Röhren gleich weit ſind, ſo müßte die Flüſſigkeit, wenn ſie in der einen ſteigen wollte, in der andern fallen, und zwar würde in jeder Röhre eine gleich große Maſſe ſich durch denſelbigen Raum bewegen müßen; alſo würden Geſchwindigkeiten und Maſſen, folglich die Größen der Bewegung einerley ſeyn. Gleiche Größen der Bewegung aber müſſen ſich gegen einander aufheben;

2) Wenn die verbundenen Röhren nicht gleich weit ſind, ſo wird demohngeachtet das Gleichgewicht ſtatt finden müſſen, wenn die Flüſſigkeiten in beyden gleich hoch ſtehen. Denn wenn z. B. die eine Röhre 10mal ſoviel Grundfläche als die andere hätte, ſo würde in jener die zehnfache Maſſe nur die einfache Höhe durchlaufen, während daß in der engern die einfache Maſſe die 10fache Höhe hinanſtieg; es ſind alſo hier und in jedem andern Falle Maſſen und Geſchwindigkeiten einander umgekehrt proportional, folglich haben ſie gleiche Größe der Bewegungen, die ſich gegen einander aufheben müſſen.

3) Wenn endlich auch die Röhren eine verſchiedene Neigung gegen einander haben, ſo werden dennoch die Oberflächen der Flüſſigkeiten von einerley Art in einerley waagerechten Ebene liegen müſſen, weil ſich der Druck des Waſſers, der durch die Schwere deſſelben hervorgebracht wird, nur nach der ſenkrechten Linie äußert, alſo das Waſſer in der ſchief gegen den Horizont ſtehenden Röhre in Anſehung ſeiner Bewegung darin den Geſetzen des Falles ſchwerer Körper auf der geneigten Ebene folgt, folglich nur ſoviel Gegendruck braucht, als ſeiner ſenkrechten Höhe proportional iſt.

Es kann daher keine gekrümmte Röhre, ſie mag ausſehen wie ſie will, und allerwärts einerley oder

eine

eine verſchiedene Weite haben, oder ihre Schenkel mögen eine Neigung gegen einander haben, welche ſie wolle, mit einer Flüſſigkeit von einerley Art anders gefüllt werden, als daß das Waſſer in den Schenkeln gleich hoch ſtehe.

G.

137. §.

Wenn von der einen Röhre das Stück GMNE weggeſchnitten, und ſtatt deſſen die Oefnung MN mit einem feſten Deckel geſchloſſen würde; ſo litte MN von dem darunter befindlichen Waſſer aufwärts einen Druck ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule über der Grundfläche MN in einer Höhe, die ſo groß wäre als die Tiefe AK der Ebene MN unter der höchſten Waſſerfläche AF. Wenn nemlich der Schenkel BAFH von der Ebne MN in OP, und die lothrechte Linie AL von ihr in K geſchnitten wird; ſo iſt das in dem Raum OPCHMN befindliche Waſſer für ſich im Gleichgewicht, und überdem pflanzt ſich der Druck gegen OP, deſſen Höhe AK iſt, durch die ganze Waſſermaſſe OPCHMN ſo fort, daß auch MN einen Druck leidet, dem die Höhe AK gehört.

Daraus folgt, daß eine geringe Menge Waſſer einen ſehr ſtarken Druck zuwege bringen könne. Es ſey nemlich AB eine gerade und etwas hohe lothrecht ſtehende aber enge Röhre, die mit einer andern CD zuſammenhängt, welche in Vergleichung mit jener nur niedrig, aber viel weiter iſt, und letztere ſey mit dem wagrecht liegenden Deckel DE verſchloſſen. Wenn nun al- 25. Fig.

les bis an A mit Waſſer gefüllet, und AE die Höhe der Waſſerfläche A über die Ebene DF iſt; ſo iſt der Druck gegen den Deckel dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, die DF zur Grundfläche und AE zur Höhe hat. Sovielmahl alsdenn der Querſchnitt GE der engen Röhre in der Fläche DF enthalten iſt, ſovielmahl übertrift der Druck gegen DF das Gewicht der Waſſerſäule AE.

138. §.

25. Fig. Man kann ſtatt des feſten Deckels über DF dieſe Oefnung des weiten Gefäſſes mit einem Stück Rindsblaſe ſchließen, welches ſich darüber ausſpannen, und mit herum gebundenen Bindfaden darauf befeſtigen läſſet. Wird hiernächſt die enge Röhre mit Waſſer gefüllt, ſo preßt ſelbiges vermittelſt des Drucks, der ſich durch das Waſſer im weiten Gefäß nach allen Seiten fortpflanzt, nicht allein die Blaſe mit großer Gewalt in die Höhe, und giebt ihr eine erhaben gekrümmte Figur, ſondern hebt auch ein anſehnlich ſchweres Gewicht zugleich mit in die Höhe, wenn daſſelbe nur etwas kleiner iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule, welche die Grundfläche DF und die Höhe AE hätte. Herr von Wolff bediente ſich dieſes Inſtruments auch noch in andrer Abſicht. Weil nemlich durch den gewaltſamen Druck die Häute, aus welchen die Blaſe beſtehet, ſehr ſtark ausgedehnt werden; ſo löſen ſie ſich und man kann hiernächſt dieſe Häute ſehr leicht von einander abſondern. Dieſerwegen ſtellte er ähnliche

Ver-

Verſuche auch mit andern Häuten an, und unterſuchte zugleich die Beſchaffenheit der Schweislöcher in denſelben. Er fand, daß des ſtarken Drucks gegen die Blaſe ungeachtet kein Waſſer durchdrang, wenn die innere Seite dem Waſſer zugekehret war: dagegen drang das Waſſer durch wenn er die Blaſe verkehrt aufgebunden hatte, ſo daß die äuſſere Seite das Waſſer berührte. (M. ſ. v. **Wolffens** Nützliche Verſuche 1 Th. 3 Cap. 60. §. 100 u. f. Seite, auch 3 Th. 5 Cap. 69. §. 256. u. f. S.) Von dieſem Gebrauch gab er dem Inſtrument den Namen des **anatomiſchen Hebers.**

139. §.

Man kann auch aus Bley oder einer andern anſehnlich ſchweren Maſſe ein Gewicht verfertigen laſſen; das die Figur eines Cylinders hat. Wenn die Grundfläche deſſelben ſo groß, als die Oefnung DF iſt, ſo kann man ihn darauf ſetzen, und um die Fuge einen etwas breiten Streifen Blaſe herumlegen. Dieſer wird alsdenn einmahl unten an dem weiten Gefäß DCF mit herumgeſchlungenen Bindfaden, und überdem noch beſonders oben eben ſo an dem maſſiven Cylinder befeſtiget. Vorher, ehe man den um den Cylinder herum gelegten Bindfaden feſte anziehet, hebt man den Cylinder etwas in die Höhe, etwa einen Zoll hoch über der Oefnung DF, damit auch nach Befeſtigung des Bindfadens der Cylinder etwa einen Zoll hoch gehoben werden könne und die Fuge umher zwiſchen der Grundfläche des Cylinders

und der Oefnung DF dennoch mit der Blaſe geſchloſſen bleibe. Bey dieſer Einrichtung hebt das in die enge Röhre hinein gegoſſene Waſſer den maſſiven Cylinder in die Höhe, und man fühlt den Widerſtand des Waſſers, wenn man ihn niederzudrücken ſtrebt. Von der Aehnlichkeit, welche das Inſtrument ſolchergeſtalt mit einem Blaſebalg bekommt, hat es vom H. **Graveſand** den Nahmen; follis hydroſtaticus, erhalten. (M. ſ. s' Graveſand Phyſices Elementa Mathematica Edit. 1742. pag. 415. Krafft Praeleƈt. Phyſ. Tom. II. §. 99 pag. 79. Muſſenbroeck introd. in Philoſ. Natural. Tom. II. §. 1283. pag. 494.

140. §.

Wenn der ebene wagrechte Boden CD eines
26. Fig. mit ſchweren Waſſer gefüllten Gefäſſes ſo viel Druck leidet, als wenn eine grade Waſſerſäule darauf ſtünde ſo hoch, als die höchſte Waſſerfläche AB über dem Boden erhaben iſt; ſo könnte es ſcheinen, als wenn ein wagrechter Tiſch, worauf ein ſolches Gefäß ſteht, eben ſoviel Druck litte. Nach Verſchiedenheit der Figur des Gefäßes würde alſo dem Anſehen nach dieſer Druck bald größer bald kleiner ſeyn müſſen, als das Gewicht der ganzen im Gefäß enthaltenen Menge Waſſer, wenn man für jetzt auf das Gewicht des Gefäßes ſelbſt nicht Rückſicht nimmt. Allein die übrige Seitenfläche des Gefäßes, welche das Waſſer umgiebt, wird von demſelben ebenfalls, und zwar jede Stelle nach einer darauf ſenkrechten Richtung ge-

gedrückt, uud aus dieſen Preſſungen entſteht auſ-ſer demjenigen, den der ebene wagrechte Boden leidet, noch ein Druck nach unten, welcher nach Verſchiedenheit der Figur des Gefäßes den Druck gegen den Boden in einigen Fällen vermehrt, oder in andern Fällen vermindert. In allen Fällen aber entſteht aus **den ſenkrechten Preſſungen des im Gefäß eingeſchloſſenen ſchweren Waſ-ſers gegen den Boden und gegen die Seiten-fläche, welche das Waſſer umgiebt, ein ver-ticaler Druck nach unten, der dem ganzen Gewicht des Waſſers gleich iſt.**

141. §.

Das Gefäß ACDB ſey bis an AB mit Waſ-ſer angefüllt, und EL ſey ein kleines Stück von der Seitenfläche des Gefäßes, das um die Tiefe ES unter der höchſten Waſſerfläche AB liegt. Daſſelbe leidet einen Druck nach der darauf ſenk-rechten Richtung EF, und wenn EF = ES an-genommen wird; ſo iſt der Druck gegen EL ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren körperlicher Inhalt = EL. EF iſt. Ferner ſey EG lothrecht und EH wagrecht, auch überdem FH mit EG ſo wie FG mit EH parallel; ſo zer-legt ſich der Druck nach der Richtung EF in die Seitenpreſſungen nach den Richtungen EG und EH, und es verhält ſich der ſenkrechte Druck nach EF zum lothrechten in der Richtung EG, wie die Diagonallinie EF zur Seitenlinie EG der Rechtecks EGFH. (64. §.) 26. Fig.

Durch L ſey auch LN lothrecht gezogen und ſchneide EN verlängert in K: ſo kann man EL, weil es der Vorausſetzung gemäß ein ſehr kleines Stück von der Seitenfläche des Gefäßes vorſtellet, als eine grade Linie anſehen, und EKL wird ein rechtwinklichtes Dreyeck, das dem Dreyeck EFG ähnlich iſt. Denn es iſt der Winkel LEF = 90° = GEK, und wenn von jedem der gleiche Winkel LEG abgezogen wird, ſo bleiben gleiche Winkel GEF und LEK: mithin ſind die genannten Dreyecke gleichwinklichte und ähnliche Dreyecke. Dieſemnach iſt ferner EF : EG = EL : EK, mithin der ſenkrechte Druck nach EF zum lothrechten in der Richtung EG wie EL : EK Weil nun der auf EL ſenkrechte Druck = EL. EF iſt; ſo hat man EL : EK = (EL. EF) zum lothrechten Druck in der Richtung EG, und man findet nach der Regel Detri dieſen lothrechten Druck = EK. EF alſo auch = EK. ES, weil EF = ES iſt.

Wenn nun die durch E und L lothrecht laufenden Linien die Seitenfläche des Gefäßes oben in M und N treffen, und MP = MS auf MN ſenkrecht iſt: ſo kann man wie vorhin das Rechteck MQPR zeichnen, deſſen Seitenlinie MQ vertical, MR aber horizontal iſt. Das kleine Stück MN der Seitenfläche leidet in der darauf ſenkrechten Richtung MP einen Druck ſo groß als das Gewicht der Waſſerſäule, deren Inhalt = MN. MP iſt, und daher entſteht vermöge des geführten Beweiſes ein aufwärts gerichteter lothrechter

rechter Druck in der Richtung MQ ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Inhalt = MO. MS iſt. Dieſer Druck vermindert den vorhin gefundenen in der Richtung EG lothrecht nach unten gerichteten Druck, und man findet den Druck, womit EL lothrecht nach unten gepreßt wird, dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, deren Inhalt = EK. ES — MO MS, alſo = EK. EM iſt, und das iſt der Inhalt der Säule EMOK. Man nimmt aber EL und MN ſehr klein an: alſo iſt der Inhalt der Säule EMOK vom Inhalt der Säule EMNL nicht merklich verſchieden, und ſo erhellet, daß der Druck, womit FL lothrecht nach unten gepreßt wird, dem Gewicht der lothrecht darüber ſtehenden Waſſerſäule gleich ſey.

Die ganze im Gefäß enthaltene Waſſermenge kann in dergleichen Säulen eingetheilt werden, wovon EMNL eine vorſtellet, alſo erhellet daß der geſammte Druck, womit das Gefäß lothrecht nach unten getrieben wird, der Summe der Gewichte aller dieſer Säulen, mithin dem Gewicht der ganzen im Gefäß enthaltenen Waſſermaſſe gleich ſey. Ferner erhellet aus eben dieſen Schlüſſen, daß die mittlere Richtung aller verticalen Preſſungen durch den Schwerpunkt des ganzen Waſſerkörpers gehe, der mit dem Mittelpunkt der Gröſſe des Raums einerley iſt, welchen die Waſſermaſſe ausfüllt.

142. §.

Aus eben den Schlüſſen folgt, daß jede kleine Stelle EL des Gefäßes auch in horizontaler Richtung einem Druck ausgeſetzt ſey; ſo groß als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Inhalt = KL. ES iſt. Denn die Dreyecke EFG und EFH ſind einander gleich und ähnlich, und man hat EF : FH = EL : KL. Ferner verhält ſich EF : EH = der auf FL ſenkrechte Druck (EL. ES) : horizontalen Druck in der Richtung EH, (64. §.) alſo auch EL : KL = (EL. ES) : horizontalen Druck nach EH, und man findet denſelben nach der Regel Detri = KL. ES.

Die Figur ſtellet eigentlich einen Schnitt mitten durch das Gefäß vor, und zwiſchen den horizontalen Linien ET, LV, liegt ein andres kleines Stück TV von der Seitenfläche des Gefäßes, dem vorigen EL grade gegen über. Auch das kleine Stück TV leidet in der horizontalen Richtung TZ einen Druck, ſo groß als das Gewicht einer Waſſerſäule, wovon VX. TY der Inhalt iſt, und überdem iſt VX = KL, ſo wie TY = ES. Demnach ſind die horizontalen Preſſungen in den Richtungen EH und TZ gleich groß. Wenn alſo gleich jedes kleine Stück der feſten Seitenfläche des Gefäßes auch nach horizontaler Richtung gedrückt wird, ſo heben doch alle horizontale Preſſungen einander auf, und das Gefäß im ganzen leidet nach horizontaler Richtung gar keinen Druck. Daß man den Schlüſſen in dieſem und dem vorigen §. noch mehr Allgemeinheit, und dem

Be=

Beweiſe ſelbſt noch mehr Schärfe geben könne, habe ich an einem andern Ort gewieſen. (M. ſ. davon meine Anfangsgründe der Mathemat. Wiſſenſchaften im 2ten Bande den 10 u. 18 §. Hydroſtat. 144. und 157. S.

Auf den Seitendruck des Waſſers gründet ſich die Bewegung des aus einem Gefäße zur Seite heraus-ſpringenden Waſſerſtrahles in einer paraboliſchen Linie, — und die Umdrehung der Segnerſchen hy-drauliſchen Maſchine. G.

143. §.

Was bisher noch allemahl iſt vorausgeſetzt worden, daß die Richtungen der Schwere insge-ſammt einander parallel ſind, das gründete ſich auf die Vorausſetzung, die Fläche der Erde, wor-auf eigentlich die Richtungen der Schwere ſenk-recht ſind, ſey eine ebene Fläche. Allein in den aſtronomiſchen Wiſſenſchaften wird bewieſen, daß die Erde im ganzen eine Kugel ſey: alſo laufen die Richtungen der Schwere im Mittelpunct der Erdkugel zuſammen. Um deßwillen iſt noch eine kurze Betrachtung über die Geſetze des Gleichge-wichts der ſchweren flüſſigen Maſſen nöthig, wenn man vorausſetzt, daß alle Richtungen der Schwere in einerley Punct zuſammen laufen.

144. §.

Wenn zwiſchen zwoen concentriſchen Kugel-flächen ABMN, KLST, Waſſer befindlich iſt, und alle Elemente deſſelben gegen den Mittelpunct C der Kugelflächen ſchwer, dabey aber völlig in Ruhe 27. Fig.

Ruhe ſind; ſo erhellet auf ähnliche Art, wie in dem Fall der parallelen Richtungen der Schwere, (134. §.) daß die untere Kugelfläche KLST einem gleichförmig darüber vertheilten Druck ausgeſetzt ſey, deſſen Höhe ſo groß iſt, als die Tiefe AK dieſer Fläche unter der äuſſerſten oder höchſten Fläche ABMN. Dieſe Höhe AK ſey bey D, F, H in gleiche ſehr kleine Theile getheilt, und durch jeden Theilungspunkt ſey aus dem Mittelpunkt C eine Kugelfläche beſchrieben, mithin der ganze Raum zwiſchen den Kugelflächen in kleinere Schichten von gleichen Höhen getheilt, ſo iſt über jeder dieſer Kugelflächen das Gewicht der zunächſt darüber liegenden Schicht gleichförmig vertheilt. Der Inhalt der ganzen Schicht kommt mit dem Inhalt einer graden Säule, deren Grundfläche der untern Kugelfläche, und deren Höhe der Höhe der Schicht gleich wäre, deſto näher überein, je kleiner die Höhe der Schicht angenommen iſt: alſo iſt die Höhe der Schicht zugleich die Höhe des Drucks, dem ihre untere Grundfläche wegen des Gewichts der Waſſerſchichte unmittelbar ausgeſetzt iſt. Ueberdem pflanzt ſich der Druck, welchem jede dieſer Flächen für ſich ausgeſetzt iſt, ſo gegen die unterſte Fläche KLST fort, daß die Höhe des Drucks gegen die gröſſere gleich bleibt: alſo iſt die Höhe des geſammten Drucks, welchem KLST ausgeſetzt iſt, der Summe jener Höhen, oder der Höhe AK gleich.

145. §.

145. §.

Eine kugelförmige Maſſe Waſſer, wenn alle ihre Elemente gegen den Mittelpunct ſchwer ſind, kann ſich ſelbſt im Gleichgewicht erhalten, und es bedarf deſſen nicht, daß ſie in einer feſten Kugelfläche, als in einem Gefäß eingeſchloſſen ſey, um das Zerfließen zu verhindern. Aber auch nur alsdenn, wenn ihre äuſſere Gränze eine Kugelfläche iſt, bleibt eine ſolche Maſſe im Gleichgewicht, ohne daß ein Gefäß ſie zuſammen hält. Es ſey ABDEF eine Maſſe Waſſer, und C der Punct, worin die Richtungen der Schwere aller Elemente dieſer Waſſermaſſe zuſammen laufen. Aus dieſem Punct C als einem Mittelpunct ſey eine Kugelfläche BDGH ſo beſchrieben, daß ſie die Oberfläche der Waſſermaſſe, wofern dieſe nicht ſelbſt eine Kugelfläche iſt, irgendwo ſchneide. Wenn alsdenn BKD ein Stück der Kugelfläche iſt, und BGD ein Stück der Waſſermaſſe; ſo leidet das Segment der Kugelfläche BKD von der darüber befindlichen Waſſermaſſe noch Druck, der ſich auch ſeitwärts gegen B und D fortpflanzt. Demnach wird die Maſſe noch ſeitwärts zerflieſſen, und das Gleichgewicht kann nicht beſtehen. 28. Fig.

146. §.

Wenn man ſich ein Stück AHKLGB der gegen den Mittelpunct C ſchweren Waſſerkugel allein vorſtellet; ſo iſt begreiflich, daß ſolches unten und ſeitwärts umher in einer feſten Fläche eingeſchloſſen ſeyn müſſe, damit das Zerfließen verhin- 29. Fig.

der t

dert werde: nur oben an AB bedarf es deſſen nicht, daß dieſer Raum auch durch ein Stück von einer Kugelfläche geſchloſſen ſey. Die feſte Fläche hindert alsdenn das Zerflieſſen eben ſo, wie es die ſeitwärts befindliche Waſſermaſſe hindert, wenn jenes angenommene Stück AHKLB mit der übrigen ganzen Kugel zuſammen hängt. Die Geſtalt der feſten Seitenfläche, welche die Waſſermaſſe als ein Gefäß umgiebt, und das Zerflieſſen verhindert, iſt an ſich ganz gleichgültig, das gegen einen und eben denſelben Mittelpunkt ſchwere Waſſer wird in denſelben ruhig ſtehen bleiben, wenn es einmahl in Ruhe iſt: jedoch **nur unter der Bedingung**, wofern die höchſte Fläche deſſelben ein Stück einer zu eben dem Mittelpunct gehörigen Kugelfläche iſt, worin die Richtungen der Schwere aller Elemente des Waſſers zuſammenlaufen.

147. §.

31. Fig. Wenn das Gefäß GCH bis an AB mit Waſſer oder einer jeden andern unelaſtiſchen flüßigen Maſſe angefüllet, und alles in Ruhe, mithin die höchſte Fläche AB eben und wagrecht iſt; ſo wird das Gleichgewicht nicht geſtört, wenn gleich gegen die Fläche AB ein gleichförmig darüber vertheilter Druck preßt. Denn wenn dieſer Druck dem Gewicht einer Säule der flüſſigen Maſſe über der Grundfläche AB in der Höhe AG gleich iſt; ſo kann der Erfolg kein andrer ſeyn, als er ſeyn würde, wenn das Gefäß mit eben der flüſſigen

Maſſe

Maſſe bis an GH angefüllet, und alles in Ruhe wäre. Nun würde über AB derſelbe Druck gleichförmig vertheilt ſeyn, und das Gleichgewicht nicht dadurch geſtört werden.

Demnach könnte über AB auch bis an GH eine von der im untern Raum ACB befindlichen verſchiedene flüſſige Maſſe ſtehen, nur müßten beyde von ſolcher Beſchaffenheit ſeyn, daß ſie ſich nicht leicht mit einander vermiſchen. Das Gleichgewicht wird nicht geſtört, wenn es einmahl da iſt, und beyde Maſſen völlig in Ruhe ſind.

148. §.

Wäre das Waſſer, deſſen höchſte Fläche AB einem ſolchen gleichförmig darüber vertheilten Druck ausgeſetzt iſt, in dem einen Schenkel BF einer gebogenen Röhre befindlich, aus welchem es in den andern KC hinüber treten könnte: ſo würde es in beyden Schenkeln nicht gleich hoch ſtehen bleiben können, wie es ſonſt dem im 136. §. bewieſenen Geſetz gemäß iſt. Man nehme an, es habe anfangs in dem einen Schenkel bis an ab, in dem andern bis an cd geſtanden, und ſich ſo, ehe es dem Druck gegen ab ausgeſetzt war, ſelbſt im Gleichgewicht erhalten. Nunmehro muß der Druck gegen ab den Erfolg haben, daß ab ſinkt, und cd dagegen ſteigt. Das Gleichgewicht aber kann nur alsdenn wieder beſtehen, wenn die Höhe des Drucks gegen AB eben ſo groß iſt, als die lothrechte Höhe CG der nach CD hinauf getretenen Fläche über der andern nach AB 30. Fig.

geſunkenen Fläche. Das will ſagen, die Höhe CG muß ſo groß ſeyn, als die Höhe einer Waſſerſäule über der Grundfläche AB deren Gewicht dem über AB gleichförmig vertheilten Druck gleich iſt.

149 §.

30. Fig. Einerley Menge Maſſe behält einerley Gewicht, ſie mag in einem gröſſern oder kleinern Raum ausgebreitet ſeyn; ihre Dichtigkeit, mithin auch ihr ſpecifiſches Gewicht, wird aber zweymahl, dreymahl gröſſer, und ſo ferner fort, wenn ſie in einen halb ſo großen oder dreymahl kleinern Raum zuſammengepreßt wird. Daher kommt es, daß gleich ſchwere Körper ungleich groß ſind, wenn ihre Maſſen eine ungleiche Dichtigkeit haben. Ein Pfund Queckſilber füllt einen 14mahl kleinern Raum, als ein Pfund Waſſer, weil Queckſilber 14mahl dichter oder ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt. Daraus folgt, daß gleichſchwere Säulen ſolcher flüſſigen Maſſen, die nicht einerley Dichtigkeit oder ſpecifiſches Gewicht haben, über gleichen Grundflächen ungleich hoch ſind. Die dichtere oder ſpecifiſch ſchwerere Säule iſt niedriger als die ſpecifiſch leichtere, die Höhe der ſchwerern iſt in der Höhe der ſpecifiſch leichtern Säule ſoviel mahl enthalten, als das ſpecifiſche Gewicht der leichtern Maſſe im ſpecifiſchen Gewicht der ſchwerern Maſſe. Eine Queckſilberſäule iſt 14mahl niedriger als eine Waſſerſäule, wenn beyde gleich ſchwer ſind, und gleiche Grundflächen haben.

150. §.

150. §.

Wäre nun die im 148. §. betrachtete gebogene Röhre bEKc anfangs mit Queckſilber gefüllt, überdem aber auch noch in den Schenkel BF Waſſer gegoſſen, ſo würde der daher rührende Druck gegen ab das Gleichgewicht der beyden bis dahin gleich hohen Queckſilberſäulen ſtöhren, die Fläche ab würde nach AB herab ſinken, und cd nach CD hinauf ſteigen. Das wäre nun völlig der im 148. §. betrachtete Fall. Sobald ſich nun das Gleichgewicht hergeſtellet hat, muß der Druck des Waſſers gegen AB ſo groß ſeyn, als das Gewicht einer Queckſilberſäule über der Grundfläche AB in der Höhe CG. Wäre nun ALMB eine eben ſo ſchwere Waſſerſäule, ſo müſte ihre Höhe AL 14mahl gröſſer als CG ſeyn, und der Druck gegen AB würde denſelben Erfolg haben, wenn auch dieſe Waſſerſäule ſtatt der Queckſilberſäule gegen AB drückte. Uebrigens iſt auch wiederum der Druck gegen AB einerley, es mag eine grade Röhre voll Waſſer wie ALMB vorſtellet, über AB ſtehen, oder es mag die ſchiefe Röhe AEFB eben ſo hoch mit Waſſer angefüllet ſeyn. Wenn alſo das Queckſilber in der einen, und das Waſſer in der andern von beyden zuſammenhängenden Röhren, einander im Gleichgewicht erhalten ſollen; ſo muß die lothrechte Höhe des Waſſers über der Fläche AB, wo Waſſer und Queckſilber aneinander gränzen, 14mahl gröſſer ſeyn, als die lothrechte Höhe des Queckſilbers über derſelben Gränze. 30. Fig.

In allen Fällen erhalten ungleichartige flüſſige Maſſen von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewicht, die ſich unter einander nicht vermiſchen, in zuſammenhängenden Röhren einander alsdenn im Gleichgewicht, wenn ihre lothrechten Höhen über der Ebene, wo ſie an einander gränzen, ſich in umgekehrter Ordnung, wie ihre ſpecifiſchen Gewichte verhalten.

Der VIII. Abſchnitt.

Vom Gleichgewicht der ſchweren flüſſigen Maſſen mit hineingetauchten feſten Körpern.

151. §.

Ein feſter ins Waſſer oder jede andere ſchwere
31. Fig. flüſſige Maſſe eingetauchte Körper DEF leidet an jeder Stelle ſeiner Oberfläche Druck nach eben den Geſetzen, wie jede Stelle der Seitenfläche des Gefäßes gedrückt wird, worin die flüſſige Maſſe ruhig ſteht. Der Druck gegen jede Stelle läßt ſich, wie oben im 141. und 142. §. in zwo Seitenpreſſungen zerlegen, wovon die eine den Körper in horizontaler und die andere in verticaler Richtung drückt. Wendet man die dort gebrauchte Art zu ſchlieſſen hier ebenfalls an, ſo findet man, daß alle horizontale Preſſungen gegen den feſten Körper DEF einander aufheben. Dagegen iſt das Reſultat aller verticalen Preſſungen gegen den feſten Körper ein auf-

wärts gerichteter Druck ſo groß, als das Gewicht einer Menge Waſſer, die mit dem feſten Körper einerley Raum ausfüllen würde, und die verticale Richtungslinie dieſes Drucks geht durch den Mittelpunct der Gröſſe des eingetauchten Körpers.

152. §.

Die Richtigkeit dieſer Säße läßt ſich auch auf folgende Art ganz leicht überſehen. Man ſtelle ſich anfangs die den feſten Körper DEF umgebende Oberfläche ganz allein als eine feſte Fläche ohne Schwere vor. Wäre alsdenn der innere Raum dieſer Fläche ganz mit der ſchweren flüſſigen Maſſe angefüllt, ſo litte jede Stelle der feſten Fläche einen Druck von innen nach außen, und der Druck gegen jede Stelle zerlegte ſich alsdenn in zwo Seitenpreſſungen, die eine in horizontaler, und die andere in verticaler Richtung. Alle horizontale Preſſungen würden alsdenn einander aufheben, das Reſultat aller verticalen Preſſungen aber ein verticaler Druck nach unten ſo groß, als das Gewicht der eingeſchloſſenen flüſſigen Maſſe und die mittlere Richtung aller verticalen Preſſungen würde durch den Schwerpunct des in der feſten Fläche eingeſchloſſenen Waſſerkörpers gehen, der mit dem Mittelpunct der Gröſſe deſſelben überein kommt (141. §). 31. Fig.

Wenn nun ſtatt deſſen der feſte Körper DEF ſoweit in die flüſſige Maſſe eingetaucht iſt, daß er die wagrechte Waſſerfläche AB in D nur be-

rührt, ohne von ihr weiter geſchnitten zu werden; ſo leidet ſeine Fläche in allen Stellen einen Druck von auſſen nach innen, der in jeder Stelle darauf ſenkrecht, und eben ſo groß iſt, als jener Druck auf dieſelbe Stelle in dem Fall war, wenn die flüſſige Maſſe den Raum innerhalb der feſten Fläche ausfüllte. Der ganze Unterſcheid beſtehet darin, daß in dem Fall, wenn der feſte Körper ins Waſſer eingetaucht iſt, die Richtungen aller Preſſungen denjenigen grade entgegen geſetzt ſind, nach welchen die nemlichen Stellen würden gepreßt werden, wenn der innere Raum der Fläche DEF mit der flüſſigen Maſſe angefüllt wäre. Demnach iſt das Reſultat aller verticalen Preſſungen gegen den eingetauchten Körper ein Druck ſo groß, als das Gewicht einer Menge Waſſer, die mit dem feſten Körper einerley Raum ausfüllen würde, der Druck iſt aufwärts gerichtet, ſeine Richtungslinie iſt vertical, und geht durch den Mittelpunct der Gröſſe des eingetauchten Körpers. Alle horizontale Preſſungen aber heben einander eben ſo auf, wie ſie ſich aufheben, wenn der innere Raum der feſten Fläche DEF mit der flüſſigen Maſſe angefüllt iſt.

Mit dem allen geht keine Aenderung vor, wenn gleich der feſte Körper ſo tief man will, im Waſſer eingetaucht iſt. Denn der verticale aufwärts gerichtete Druck iſt der Ueberſchuß der Summe aller verticalen Preſſungen, die den Körper aufwärts drücken, über diejenigen verticalen Preſſungen, die ihn unterwärts drücken, wie es im

141. §. war, mit dem einzigen Unterſcheid der entgegengeſetzten Lage der Richtungen des Drucks. Wenn nun das Waſſer bis an GH ſteht, und die wagrechte Fläche AB den feſten Körper DEF an ſeiner höchſten Stelle D berührt; ſo iſt die Höhe aller ſenkrechten Preſſungen gegen jede Stelle der Fläche des feſten Körpers um die Höhe AG gröſſer, als ſie in dem Fall war, wenn das Waſſer nur bis an AB reichte. Demnach iſt auch die Höhe einer jeden ſowohl von den aufwärts als auch von den unterwärts gerichteten verticalen Preſſungen um die Höhe AG gröſſer: mithin iſt der Ueberſchuß der Summe der aufwärts gerichteten Preſſungen über die nach unten gerichteten noch eben ſo groß, als vorhin, und es iſt allemahl der geſammte Druck welcher den feſten Körper in die Höhe zu treiben ſtrebt, dem Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Waſſer gleich.

153. §.

Wenn der feſte Körper DEF aus einer Maſ- 31. Fig.
ſe von gleichförmiger Dichtigkeit beſtehet, ſo iſt ſein Schwerpunct mit dem Mittelpunct ſeiner Gröſſe einerley, in dieſem Fall alſo geht die mittlere Richtung des Waſſerdrucks gegen den ins Waſſer ganz eingetauchten Körper durch des letztern Schwerpunct. Dieſer zuletzt erwehnte Umſtand könnte aber auch alsdenn eintreten, wenn gleich die Maſſe des feſten Körpers nicht durchgängig eine gleichförmige Dichtigkeit hätte: denn der Schwerpunct könnte wohl in der Verticalli-

nie liegen, die durch den Mittelpunct der Gröſſe des Körpers gehet, wenn er gleich nicht mit dem Mittelpunt der Gröſſe ſelbſt einerley wäre. Der feſte Körper ſtrebt allemahl vermöge ſeines Gewichts im Waſſer unterzuſinken, und man kann ſich das ganze Gewicht im Schwerpunct vereiniget vorſtellen Demnach drücken hier zwey Kräfte einander grade entgegen, und beyde ſind nur alsdenn im Gleichgewicht, wenn das Gewicht des feſten Körpers dem Gewicht einer eben ſo großen Menge der flüſſigen Maſſe gleich iſt: das heißt mit andern Worten, wenn die Maſſe, woraus der feſte Körper beſtehet, mit dem Waſſer einerley ſpecifiſches Gewicht hat. Wenn dagegen das Gewicht des feſten Körper gröſſer oder kleiner, als das Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Waſſer iſt; ſo ſinkt derſelbe im erſten Fall zu Boden, im andern Fall aber wird er vom Waſſer in die Höhe getrieben. Eben das iſt der Sinn der bekannten Regel; **Feſte Körper deren Maſſe ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt, ſinken, wenn ſie ins Waſſer eingetaucht werden, zu Boden: ſolche aber, deren Maſſe ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, ſteigen ſo lange ſie ganz mit Waſſer umgeben ſind, in demſelben in die Höhe.**

Daß feſte Körper ſchwererer Art in Flüſſigkeiten leichterer Art ſinken müſſen, läßt ſich auch aus den §. 150 angeführten Sätzen vom Gleichgewicht ungleich ſchwerer Flüſſigkeiten in zuſammenhängenden Röhren erklären. Wenn nemlich ein ſchwererer feſter Körper auf die leichtere Flüßigkeit gelegt wird, ſo nimmt

nimmt der Druck der unter ihm ſtehenden Säule der Flüſſigkeit um ſo viel zu, als ſein Gewicht beträgt, und die Säulen der Flüſſigkeit zur Seite müſſen in die Höhe ſteigen, um das Gleichgewicht hervorzubringen. Sie würden folglich über die Fläche des ſchwereren Körpers erhoben werden müſſen, und zwar um ſo viel, als ihr Gewichte bey gleicher Grundfläche von dem Gewicht der Säule der Flüſſigkeit mit dem darauf liegenden feſten Körper übertroffen wird. Da nun der Druck des Waſſers auch ſeitwärts ſtatt findet, ſo fließen die zur Seite des feſten Körpers in die Höhe geſtiegenen Waſſerſäulen über ihn her, ſobald ſeine Oberfläche tiefer zu liegen kömmt, dadurch wird das Gleichgewicht immer wieder aufgehoben, und nicht eher hervorgebracht, bis der feſte ſchwere Körper auf den Boden des Gefäßes hinabgeſunken iſt, und ihn alſo die Waſſerſäulen nicht mehr tragen.

Ein feſter Körper leichterer Art hingegen muß auf der Flüſſigkeit ſchwererer Art aus gleichem Grunde ſchwimmen. Denn wenn er auf die Flüſſigkeit gelegt wird, ſo drückt er zwar vermöge ſeiner eigenen Schwere auf die unter ihm ihm ſtehende Säule der Flüſſigkeit, und das Gewicht dieſer Säulen wird dadurch vermehrt. Es müſſen alſo auch die übrigen Säulen der Flüſſigkeit, zur Seite des feſten Körpers ſteigen. Da aber der feſte Körper und die unter ihm ſtehende Säule der Flüſſigkeit nicht das Gewicht hat, als eine Säule dieſer Flüſſigkeit, welche die Höhe von jenen beyden und ihre Grundfläche hätte, ſo ſteigen die zur Seiten ſtehenden Waſſerſäulen auch nur ſo hoch, daß ihre lothrechte Höhe unter der Fläche des feſten Körpers, um ſo viel niedriger liegt, um ſoviel ihr Gewicht das des feſten Körpers und der unter ihm ſtehenden Flüſſigkeit übertrifft. — der leichtere feſte Körper taucht ſich alſo zwar in die ſchwere Flüſſigkeit ein, aber nur ſo tief, bis das aus der Stelle getriebene Waſſer eben ſo viel wiegt, als der ganze Körper.

Ein ſchwerer feſter Körper muß ſich alſo in einerley Flüſſigkeit tiefer eintauchen, als ein anderer leichterer; und einerley feſte Körper müßen in Flüſſigkeiten von verſchiedener Art deſto tiefer eintauchen, je leichter die Flüſſigkeit iſt. Feſte Körper, die alſo in leichteren Flüſſigkeiten ſinken, ſchwimmen in ſchwerern. Anwendung hievon geben die Aräometer, Soolwagen ꝛc. die in der Folge erwähnt werden.

Wenn ein Körper endlich gleiches eigenthümliches Gewicht hat mit der Flüſſigkeit, ſo wird er darinn verſenkt, weder ſinken, noch oben aufſchwimmen, ſondern an jeder Stelle ruhig ſchweben. Ein Beyſpiel zu Verſuchen giebt ein Ey, das im Waſſer ſinkt, in geſättigter Salzlauge ſchwimmt, aber in einem Gemiſche von beyden ſchwebt, wenn das Verhältniß des Gemiſches gehörig getroffen iſt.

G.

154. §.

Beſtehet vielleicht die Maſſe des feſten Körpers aus Theilen von ungleichem ſpecifiſchen Gewicht, ſo kann man ein **mittleres ſpecifiſches Gewicht** für den feſten Körper im ganzen verſtehen, wenn die Regel ſo wie am Ende des vorigen §. ausgedrückt werden ſoll, dasjenige nemlich, was den Körper zugeſchrieben werden müßte, wenn ſeine Maſſe durch ſeinen ganzen Raum gleichförmig vertheilt wäre. Ohne aber eben dieſe Ausdrücke zu brauchen ſiehet man wohl, daß die Sache bloß darauf ankommt, ob der feſte Körper im ganzen mehr, eben ſoviel, oder weniger wiegt, als eine Menge Waſſer, die einen eben ſo groſſen Raum als der feſte Körper ausfüllet.

Hieher gehören demnach auch alle Fälle, wenn der innere Raum, welchen die äuſſere Flä-

che

che des Körpers umgiebt, nicht ganz mit der Materie des Körpers ausgefüllt iſt, und auſſer den natürlichen Zwiſchenräumen vielleicht leere Höhlungen von beträchtlicher Gröſſe im innern der Maſſe des Körpers befindlich ſind, in welche das Waſſer nicht hinein dringen kann. Dergleichen Körper werden hier ebenfalls als ſolche angeſehen, die im ganzen ſpecifiſch leichter als Waſſer ſind, wenn ihr Gewicht kleiner iſt, als das Gewicht einer Menge Waſſer, die den ganzen Raum des Körpers füllen würde, die Höhlungen mitgerechnet, welche das Waſſer nicht mit ausfüllen kann. Hohle metallene Kugeln, ledige und verſchloſſene gläſerne Flaſchen können in dieſem Sinn ſpecifiſch leichter als Waſſer ſeyn, wenn gleich Metall und Glas Maſſen ſind, deren ſpecifiſches Gewicht gröſſer, als das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers iſt.

Hieher gehört das Schwimmen beladener Schiffe, der Menſchen auf Blaſen, Schwimmgürtel u. d. g. das Emporkommen der Leichname ertrunkener Perſonen, (wegen der Expanſion durch die bey der anfangenden Fäulniß entwickelten luftförmigen Flüſſigkeiten, die in den Gefäßen und Höhlungen eingeſchloſſen ſind), der Mechanismus des Aufſteigens und Niederſinkens der Fiſche im Waſſer; das Schwimmen der Pontons, u. dgl. m. Verſuche mit den Carteſianiſchen Täucherlein können hier auch als Beyſpiele gebraucht werden.

155. §.

Hat man einen feſten Körper, der ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt, vermittelſt eines Fadens an

an dem einen Arm eines Wagebalkens aufgehängt, und mit einem Gegengewicht am andern Arm ins Gleichgewicht gebracht; ſo wird das Gleichgewicht geſtört werden, wenn man den Körper ins Waſſer herab läßt. Das Gegengewicht wird den Ausſchlag bekommen, und es wird eben ſoviel ſeyn, als wenn der feſte Körper einen Theil ſeines Gewichts im Waſſer verlohren hätte, ſoviel nemlich, als eine eben ſo groſſe Menge Waſſer wiegt.

Ein feſter Körper, der ganz ins Waſſer eingetaucht, und ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, bleibt darin für ſich allein nicht in Ruhe. Es bedarf einer beſondern Kraft, die ihn lothrecht unterwärts drückt, und ſo groß iſt, als der Ueberſchuß des Gewichts einer eben ſo groſſen Menge Waſſer über das Gewicht des hineingetauchten Körpers. Wofern nicht etwas, das die Stelle einer ſolchen Kraft vertritt, den Körper hält, ſo ſteigt er im Waſſer hinauf, und ſetzt ſich an der Oberfläche des Waſſers ſolchergeſtalt mit dem Waſſerdruck ins Gleichgewicht, daß nur ein Theil von ihm ins Waſſer eingetaucht bleibt, und der übrige Theil aus dem Waſſer hervorraget.

Der Satz, daß ein feſter ſchwererer Körper in eine Flüſſigkeit verſenkt darinn einen Theil ſeines Gewichts verliert, und zwar eben ſoviel. als eine gleich große Menge der Flüſſigkeit wiegt, iſt zu wichtig, zu reich an Folgerungen u. ſchönen Anwendungen, als daß er hier ſo ohne weitere Erläuterungen bleiben könnte. Wenn der ſchwerere feſte Körper in den leichtern flüſſigen eingetaucht wird, ſo ſinkt er darinn nicht mit ſeinem

ganzen abſoluten Gewichte, das er in der Luft hatte. Er verdrängt nämlich ſo viel Waſſer aus der Stelle, als in ſeinem Umfang geht. Dieſe Waſſermenge wurde aber vorher von den übrigen Waſſertheilen völlig getragen; daher wird durch dieſen Gegendruck der Flüſſigkeit von der Größe des Drucks des feſten ſchweren Körpers, d. i. von ſeinem abſoluten Gewichte, ſo viel aufgehoben, und alſo gewiſſermaßen vernichtet, als das Gewicht oder die Größe des Drucks eines eben ſo großen Umfangs von Waſſer beträgt; der feſte Körper ſinkt alſo nicht mit ſeiner ganzen Kraft zum Fallen, die er in der Luft hatte, oder mit ſeinem abſoluten Gewichte, ſondern nur mit dem Theile, welcher übrig bleibt, wenn von ſeinem abſoluten Gewichte das Gewicht eines eben ſo großen Klumpens Waſſer abgezogen wird. Dieſer Reſt ſeines Gewichts, mit dem er ſinkt, heißt auch ſein reſpectives Gewicht. Es folgt hieraus das allgemeine Geſetz; Ein feſter Körper ſchwererer Art ſinkt in einem flüſſigen leichterer Art mit ſeinem reſpectiven Gewicht zu Boden, und verliert, wenn er darinn verſenkt wird, ſoviel von ſeinem abſoluten Gewicht, als die Flüſſigkeit wiegt, die in ſeinem Raum gehen würde, und die er aus der Stelle treibt.

Um dieſen Satz durch Verſuche zu beweiſen, dient ein metallener z. B. zinnerner Würfel, der einen rheinländiſchen Decimal-Zoll zur Seite hat, und in einem hohlen meſſingenen Eimer genau hineinpaßt, ſo daß die innere Höhlung des Eimers einen rheinl. Decimal-Cubiczoll faßt. Man hänge den Würfel durch einen an ihm angelötheten feinen ſtählernen Hacken mit einem doppelten Pferdehaar an den Arm einer empfindlichen Waage auf und bringe durch Gegengewichte die Waage genau ins Gleichgewicht. Man verſenke hierauf den an der Waage hängenden Cubus in ein mit deſtillirtem Waſſer gefülltes Glas,

das weit genug iſt, damit der Würfel die Wände deſſelben nicht berühre, und hoch genug, damit der Würfel ganz untertauche, wenn der Waagebalken horizontal ſteht. Die Waage wird nun aus dem Gleichgewicht kommen, und der Würfel nicht unterſinken, man nehme dann von den Gegengewichten ſo viel weg, oder (welches bequemer iſt) man lege in die Schaale, welche an den andern Arm des Balkens mit einen kurzen Haken befeſtiget iſt und unter welcher der Würfel hängt, ſo viele Gewichte hinzu, bis wieder das völlige Gleichgewicht hervorgebracht iſt. Man merke dieß zur Widerherſtellung des Gleichgewichts nöthige Gewicht. Hierauf hänge man den erwähnten Eimer an der Waage auf, ſetze ihn ins Gleichgewicht, und fülle ihn mit dem gebrauchten Waſſer genau voll, ſo wird das Gegengewicht dieſer Waſſermenge ſoviel betragen, als das, welches der Würfel verlohr, da er ins Waſſer an der Waage verſenkt wurde. Der Haken oder das Knöpfgen, das an den Würfel zum Aufhängen befeſtigt iſt, wird zwar nebſt den Haaren, machen, daß der Würfel einige Grane mehr verliert, als er eigentlich ohne dieſelbe verliehren würde, und daß alſo das Waſſer, das den Raum des bloßen Würfels füllt, um ſo viel weniger wiegt; dieſer geringe Verluſt wird aber auch durch einige Tropfen Waſſer erſetzt, die über dem Rande des Eimers ſtehen bleiben.

Das Gewicht, welches der in der Luft abgewogene Würfel zu verlieren ſcheint, wenn er ins Waſſer verſenkt wird, wird keinesweges vernichtet, oder geht nicht verlohren, ſondern das Waſſer, worinn er getaucht wird, drückt nun um ſo viel ſtärker; oder die flüſſige Materie, worinn ein feſter Körper gehängt wird, nimmt in ihren abſoluten Gewichte um ſo viel zu, als der feſte Körper davon verliert oder als die flüſſige Materie wiegt, die in den Raum geht, welchen der Körper einnimmt. Denn wenn man einen

feſten

feſten Körper in eine flüſſige Matere leichterer Art hineinläßt, ſo muß von dieſer ſoviel ausweichen, als der Raum von jenem beträgt. Durch den erwähnten metallenen Würfel wird alſo ein rheinl. decimal Cubiczoll Waſſer ausweichen. Es müſſen demnach alle Waſſerſäulen ſoviel höher werden, als ſie würden geworden ſeyn, wenn man noch einen ſolchen Cubiczoll Waſſer hinzugethan hätte; das Waſſer wird alſo um ſo viel ſtärker gegen den Boden drücken, als es würde gedrückt haben, wenn man noch einen eben ſo großen Klumpen Waſſer hinzugethan hätte. Ein leichter Verſuch beſtätigt diß vollkommen. Man ſetze ein Glas mit deſtillirten Waſſer auf die Schaale einer empfindlichen Waage, bringe dieſe ins Gleichgewicht, und halte den an einem doppelten Pferdehaar befeſtigen ſchon erwähnten zinnernen Würfel an der Hand hängend hinein, ſo wird die Waage auf dieſer Seite zwar den Ausſchlag geben; aber es wird zu Wiederherſtellung des Gleichgewichts nicht mehr Gewicht nöthig ſeyn, als der Würfel im vorigen Verſuche im Waſſer verlohr oder als das Wäſſeer wiegt, das ſeinen Raum erfüllt.

Aus dem Satze, daß ein feſter Körper in ſeine Flüſſigkeit verſenkt darinn ſoviel von ſeinen abſoluten Gewichte verliert, als die Flüſſigkeit wiegt, dieſen Umfang hat, fließet dann auch Folgendes:

1) Schwere feſte Körper von gleichem Umfange verlieren in einerley leichtern flüßigen Körper gleiche Summen von ihrem abſoluten Gewichte ihr eigenthümliches mag verſchieden oder einerley ſeyn. Ihr reſpectives Gewicht, womit ſie noch ſinken, iſt aber freylich nach Verhältniß ihres eigenthümlichen Gewichts verſchieden. Beyſpiele geben einen zinnerner und bleyerner Würfel, von gleicher Große im Waſſer abgewogen.

2) Feſte

2) Feſte Körper von einerley abſolutem Gewichte, aber ungleichem Umfange verlieren ungleich viel, wenn ſie in eine Flüſſigkeit verſenkt werden; der größere verliert mehr als der kleinere; oder der, welcher geringeres eigenthümliches Gewicht hat, verliert mehr, als der, welcher das größere beſitzt. Zu Verſuchen dienen hier als Beyſpiele, eine elfenbeinerne und eine Bleykugel von gleichem Gewichte.

3) Einerley feſter Körper verliert in Flüſſigkeiten von verſchiedener Dichtigkeit ungleich viel von ſeinem abſoluten Gewichte; in den dichtern oder ſchwerern mehr, als in den lockern oder leichtern. So verliert der Würfel in Salzſoole mehr, als im gemeinen Waſſer; in dieſem mehr, als im deſtillirten; weniger noch in Wein, und merklich weniger in Weingeiſt. Selbſt das Wägen in der Luft, muß als eine Art Waſſerwägen betrachtet werden. Da ſich die Dichtigkeit der Flüßigkeiten nach den Temperaturen ändert, in der Kälte vermehrt, in der Wärme vermindert wird; ſo wird auch ein und eben derſelbe feſte Körper in einerley Flüßigkeit bey verſchiedenen, merklich von einander abſtehenden, Wärmegraden ungleich viel verlieren.

4) Ein feſter Körper, der mit einer Flüſſigkeit gleiche eigenthümliche Schwere hat, muß in derſelben nothwendig ſein ganzes Gewicht verlieren, und ſein reſpectives Gewicht wird alſo = 0 ſeyn.

Die ſchönſte Anwendung finden dieſe Sätze bey den darauf ſich gründenden Verfahren, das eigenthümliche Gewicht feſter und flüßiger Körper unter einander zu vergleichen, welches der Herr V. bald nachher vorträgt. Es gründet ſich daſſelbe auf den oben (§. 2. Anm.) erwähnten Satz, daß ſich die eigenthümlichen Gewichte der Körper (oder ihre Dichtigkeiten) verhalten, wie ihre abſoluten Gewichte, wenn die Umfänge gleich

gleich ſind. Durchs Waſſerwägen erfahre ich aber, was die Flüſſigkeit wiegt, die ſo viel Umfang hat, als der zum Verſuch gebrauchte feſte Körper; ich kann alſo ihre abſoluten Gewichte bey gleichen Umfängen vergleichen, und ſo, wie ſich dieſe verhalten, ſo verhalten ſich die eigenthümlichen Gewichte.

Ferner kann man dadurch finden, wie groß das abſolute Gewicht eines gewiſſen Umfangs von einer Flüßigkeit ſey, wenn man einen ſchweren feſten Körper von dieſem Umfange, oder deſſen Umfang man leicht geometriſch beſtimmen kann, in der Flüſſigkeit abwiegt, und den Verluſt deſſelben darinn merkt. Um alſo z. B. zu finden, was ein rheinl. Cubicfuß einer Salzſoole wiegt, darf man nur einen genau gearbeiteten maßiven ſchweren Cubiczoll, Decimal- oder Duodecimalmaaß, darin abwiegen, den Verluſt merken, und dieſen im erſten Falle mit 1000, im andern mit 1728 multipliciren, ſo wird das Product die verlangte Zahl angeben.

Endlich kann man auch durch dieſe hydroſtatiſche Unterſuchungen die Größe eines feſten Körpers in Cubicmaaß finden, wenn man das abſolute Gewicht der Flüßigkeit, das in einem gegebnen Cubicmaaß enthalten iſt, weiß. So iſt z. B. der feſte Körper, den ich im Waſſer abwiege, ſo viel Cubiczoll groß, als das Gewicht eines Cubiczolles Waſſer in dem Verluſte ſeines abſoluten Gewichts in dieſem Waſſer enthalten iſt.

S.

156. §.

Auch alsdenn, wenn nur ein Theil DEF vom feſten Körper DEFG ins Waſſer eingetaucht iſt, 32. Fig. leidet derſelbe einen verticalen aufwärts gerichteten Druck, der ſo groß iſt, als das Gewicht einer Menge Waſſer, die mit dem eingetauchten Theil einerley Raum füllen würde. Derſelbe iſt

das Reſultat aller verticalen Preſſungen des Waſſers gegen die äußere Fläche des Körpers, und die mittlere Richtung aller dieſer Preſſungen gehet durch den Mittelpunct der Größe des Raums, den der eingetauchte Theil im Waſſer einnimmt. Im Zuſtande des völligen Gleichgewichts muß alſo der Körper grade ſo tief eingetaucht ſeyn, daß das Gewicht derjenigen Menge Waſſer, die mit dem eingetauchten Theil einerley Raum füllen würde, dem Gewicht des feſten Körpers gleich iſt. Ueberdem muß der feſte Körper auf dem Waſſer eine ſolche Lage haben, daß der Schwerpunct g des ganzen Körpers, und der Mittelpunct γ der Größe des eingetauchten Theils in einerley Verticallinie liegen.

157. §.

Ein feſter Körper kann demnach in mehr als einer Lage vom Waſſer getragen werden, wenn es auf mehr als eine Art möglich iſt, einen Körper mit einer Ebene ſo zu ſchneiden, daß die grade Linie zwiſchen den Mittelpunct der Gröſſe, des abgeſchnittenen Theils, und dem Schwerpunct des ganzen Körpers auf der Ebene des Schnitts ſenkrecht ſteht. Denn die grade Linie zwiſchen g und γ muß auf der Waſſerfläche AB ſenkrecht ſeyn, mithin auch auf der Durchſchnittsfigur DF dieſer Ebene mit dem feſten Körper. Eine Kugel alſo, die ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, kann in jeder Lage auf dem Waſſer ruhig liegen, und ein Cylinder, wenn ſeine Axe wagrecht liegt.

Auch wenn die Axe lothrecht ſtünde, könnte der Cylinder auf dem Waſſer ruhig bleiben. Wenn aber der Cylinder aus einer gleichartigen Maſſe beſtehet, mithin ſein Schwerpunct mit dem Mittelpunct ſeiner Gröſſe übereinkommt, ſo wird dieſer Schwerpunct höher liegen, als der Mittelpunct der Gröſſe des eingetauchten Theils. Dieſerwegen wird der Cylinder bey der allergeringſten Neigung der Axe umfallen, und ſich von ſelbſt wieder in die horizontale Lage verſetzen.

158. §.

Es hat hiemit eine ähnliche Bewandniß, wie mit dem oben (41. u. f. §. §.) betrachteten mehr oder weniger ſichern Ruheſtande eines feſten Körpers, wenn ſein Schwerpunct unterſtützt iſt. Hier vertritt die mittlere Kraft, welche aus allen verticalen Preſſungen des Waſſers gegen die äuſſere Fläche des feſten Körpers entſpringt, die Stelle der Unterſtützung, und es iſt ſoviel als wenn nur ein Punct des Körpers allein, nehmlich der Mittelpunct γ der Größe des eingetauchten Theils, unterſtützt wäre. Das Gleichgewicht kann nur beſtehen, wenn die Verticallinie durch dieſen Punct γ, und diejenige, welche durch den Schwerpunct g des ganzen Körpers läuft, zuſammenfallen. Sobald beyde erwehnte Puncte nicht mehr in einerley Verticallinie liegen, ſobald iſt auch das Gleichgewicht gehoben, der feſte Körper ſchwankt, und verfällt entweder von ſelbſt wieder in die vorige, oder in eine andere Lage, die

das Gleichgewicht herſtellet. Liegt der Schwerpunct des ganzen Körpers niedriger, als der Mittelpunct der Größe des eingetauchten Theils, ſo verfällt der Körper nicht ſo leicht aus dieſer Lage in eine andere, als in dem umgekehrten Fall.

159. §.

Die kleinſten Elemente einer flüßigen Maſſe ſind als kleine feſte Körper anzuſehen, die ſich bey der Vermiſchung mit einer flüſſigen Maſſe von andrer Art ſo verhalten, wie feſte in flüſſige Maſſen eingetauchte Körper. Die Theilchen der ſpecifiſch ſchwerern flüßigen Maſſe ſinken in der ſpecifiſch leichtern zu Boden, und nehmen nach und nach den untern Raum des Gefäßes ein. An ſich wäre es
31. Fig. zwar für den Zuſtand des Gleichgewichts gleichgültig, wenn auch in einem Gefäße GCH die ſpecifiſch leichtere Maſſe den untern Raum ACB, die ſpecifiſch ſchwerere aber den obern Raum AGHB ausfüllte; nur müſſen beyde Flächen AB und GH wagrecht ſeyn, und die beyden Maſſen müſſen ſo beſchaffen ſeyn, daß ſie ſich eben nicht leicht mit einander vermiſchen. Man kann aber nie auf die obere Fläche AB des untern Flüſſigen eine andre flüſſige Maſſe ſo aufſchütten, daß ſie ſich über dieſe Fläche in einem Augenblick wagrecht ausbreite, und eben darum kann der daraus entſpringende Druck über AB nicht gleich anfangs ſogleichförmig vertheilt ſeyn, wie es zur Erhaltung des Gleichgewichts erfodert wird.

160. §.

Wenn ein feſter Körper, der ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt, eine ſolche Figur hat, daß man ſeinen cubiſchen Inhalt nach den Regeln der Geometrie leicht ausrechnen kann; ſo dient derſelbe, auf eine ſehr leichte Art das Gewicht einer eben ſo großen Menge Waſſer zu finden, wenn man anders mit einer ſcharfen und ſonſt bequem dazu eingerichteten Wage verſehen iſt. Jede von den Schalen einer ſolchen Wage, oder vielleicht nur eine, weil es auch ſchon genügen kann, wird unten in der Mitte mit einem kleinen Haken verſehen, um den feſten Körper vermittelſt eines zarten Fadens daran aufzuhängen. Vermittelſt der nöthigen Gegengewichte kann alsdenn gefunden werden, wieviel er wiegt, wenn er vermittelſt des Fadens in ein Gefäß mit Waſſer eingetaucht iſt. Das zuletzt gefundene Gewicht zieht man vom erſten ab, ſo weiß man, wieviel der Körper von ſeinem Gewicht im Waſſer verliert, und das iſt zugleich das Gewicht einer eben ſo großen Menge Waſſer. (155. §.)

161. §.

Ein Würfel, deſſen Seitenlinie $1\frac{1}{2}$ Rheinländiſche Duodecimalzolle lang iſt, verliert im Regenwaſſer gewöhnlich 948 Gran holländiſch Troy Gewicht bey temperirter Wärme des Waſſers. Weil der Inhalt eines ſolchen Würfels $2\frac{3}{8}$ Cubiczoll Rheinl. Maaß beträgt; ſo findet man nach der Regel Detri, daß das Gewicht eines Rheinländiſchen Cubiczolles Regenwaſſer 281 Gr. im holländiſchen Troy Gewicht betrage, und ſo hat es auch Muſſchenbroeck befunden. (Introd. ad Phil.

Natur Cap. XXVII. §. 1449.) Graveſande findet 282 Gran (Phyſices Elem. Mathem. Tom. I. §. 1551) Weil nun 19 Mark holl. Troy Gewicht ſoviel betragen als 20 Mark Cöllniſch, ſo findet man 296 Gran Cöllniſch für das Gewicht eines Reinländiſchen Cubiczolles Regenwaſſer. Daraus wird ferner gefunden, daß ein Rheinländiſcher Cubicfuß Regenwaſſer 63 Pfund $3\frac{3}{8}$ Unzen ſchwer ſey im holl. Troygewicht, oder 66 Pfund $8\frac{23}{38}$ Unzen im Cöllniſchen Gewicht.

Nach H. v. Wolffens Verſuchen hat ein Rheinl. Decimal: Cubiczoll Waſſer 495 Gran oder eine Unze 15 Gran gewogen, in dem zu Halle gebräuchlichen Apotheker Gewicht: alſo würde ein Rheinländiſcher Duodecimal Cubiczoll Waſſer in eben dem Apothekergewicht $286\frac{1}{2}$ Gran ſchwer ſeyn. (Nützl. Verſuche I. Th. 7. §) Nach H. v. Wolffens Anzeige waren 2 Unzen Apotheker Gewicht 23 Gran ſchwerer als 4 Loth Kramergewicht, und nach andern bekannten Vergleichungen wiegt ein Loth Cöllniſch 235 Gran im Apothekergewicht wovon 240 eine halbe Unze oder 1 Loth Apothekergewicht ausmachen. Wenn man dieſer Vergleichung gemäß 47 Gran Apothekergewicht ſo ſchwer annimmt als 48 Gran Cöllniſch, ſo findet man nach der Regel Detri, daß dem Wolffiſchen Verſuch gemäß ein Rheinländiſcher Duodecimal Cubikzoll Waſſer im Cöllniſchen Gewicht $292\frac{28}{47}$ Gran ſchwer ſey, der Rheinl. Decimal Cubiczoll aber $505\frac{25}{47}$ Gran Cöllniſch, alſo ein Rheinländiſcher Cubicfuß 65 Pfund $13\frac{3}{16}$ Unzen im Cöllniſchen Gewicht.

Die Verſchiedenheit der Wolffiſchen Beſtimmung von der Muſſchenbröckſchen und andern, die ebenfalls nicht aufs vollkommenſte zuſammen treffen, könnte wohl von mehr als einer Urſache herrühren. Ein Gran mehr oder weniger beym Wolffiſchen Verſuch giebt auf den ganzen Cubicfuß einen Unterſchied von 1000 Gran alſo mehr als 2 Unzen. Die weiter unten folgenden Lehren von den Wirkungen der Wärme und Kälte werden ergeben, daß wärmeres Waſſer ſpecifiſch leichter ſey

als

als kälteres Waſſer: demnach können Verſuche von der Art nicht völlig übereinſtimmen, wenn das Waſſer nicht jedesmal einerley Grad der Wärme hat, worauf vormahls noch nicht ſo genau iſt geſehen worden. Man kann als eine Mittelzahl anehmen, daß ein Rheinländiſcher Cubicfuß Waſſer im Cöllniſchen Gewicht 66 Pf. ſchwer ſey, wenn das Waſſer den gewöhnlichen temperirten Grad der Wärme hat.

Das Pariſer Längenmaaß iſt $\frac{14400}{13913}$ = 1,035003 des Rheinländiſchen, alſo das Pariſer Cubicmaaß 1,108727 des Rheinländiſchen Cubicmaaßes: mithin wiegt ein Pariſer Cubicfuß Waſſer 70 Pf. $1\frac{1}{4}$ Unz. holl. Troy. Die Unze holl. Troy wiegt 579,2 Pariſer Grains, wovon 576 eine Pariſer Unze ausmachen: alſo ſind 180 Pf. holl. Troy ſoviel als 181. Pf. Pariſer Markgewicht und man findet das Gewicht eines Cubicfußes Waſſer in Pariſer Maaß und Gewicht von 70 Pf. $7\frac{23}{48}$ Unzen.

Das Londner Längenmaaß iſt $\frac{13516}{13913}$ = 0,971465 des Rheinländiſchen, alſo das Londner Cubicmaaß 0,9168123 des Rheinländiſchen Cubicmaaßes: mithin wiegt ein Londner Cubiczoll Waſſer 271 Gran Cöllniſch, und ein Londner Cubicfuß 60 Pf $15\frac{3}{5}$ Unzen Cölln. Nach Kruſe (im Hamburgiſchen Kontoriſten) wiegt 1 Pf. engliſch Troy von 12 Unzen $\frac{7766}{9728}$ oder $\frac{3883}{4864}$ Pf. Cöllniſch, alſo ein Londner Cubicfuß Waſſer 76 Pf. $6\frac{3}{40}$ Unzen, oder 57 Pf. $4\frac{111}{200}$ Unzen; wenn man 16 Unzen auf 1 Pf. rechnet.

(Nach Verſuchen, die der ſeel. Herr B. nachher ſelbſt auf das genaueſte anſtellte, und die ich mehrere male mit ihm wiederhohlte, wiegt ein rheinl. Decimal-Cubiczoll rein s deſtillirtes Waſſer bey der Temperatur von 60 bis 70 Grad Fahrenh. $502\frac{11}{16}$ Gr. Cölln. oder $492\frac{11}{48}$ Gr. im deutſchen Medicinalgewicht; ein rheinl. Cubicfuß Waſſer von jener Temperatur, wiegt alſo im Köllniſchen Gewichte

502687$\frac{1}{2}$ Gr. oder 65 Pf. 1 Loth 1 Qu. 48$\frac{3}{4}$ Gr. odrr im deutſchen Medicinalgewicht (das Pf. zu 16 Unzen gerechnet) 64 Pf. 1 Unze 3 Dr. 2 Scr. 9$\frac{3}{8}$ Gr. S. Karſtens Anleitung zur gemeinnützigen Kenntniß der Natur. §. 42. und Einleitung der Naturwiſſenſchaft §. 34.

G.

162. §.

Auf eben die Art lieſſe ſich das Gewicht eines Cubicfußes oder Cubiczolles jeder andern flüſſigen Maſſe ebenfalls finden, nur iſt dabey zu bedenken, daß es ſcharfe flüſſige Maſſen giebt, wovon feſte Maſſen vornehmlich Metalle angegriffen werden. Glas hat den Vorzug, daß es davon wenigſtens in der kurzen Zeit nicht angegriffen wird, die man zu dem Verſuch nöthig hat: deßwegen iſt ein maſſives Stück Glas, wenn man es nur an einem Faden anhängen kann, am bequemſten, um das ſpecifiſche Gewicht einer jeden andern flüſſigen Maſſe mit dem ſpecifiſchen Gewicht des Waſſers zu vergleichen, und es iſt dabey gleichgültig was das Stück Glas für eine Figur hat.

Man wäge demnach ein für allemahl das Stück Glas zuerſt in freyer Luft und hiernächſt im Regenwaſſer; ſo findet man, wieviel das Stück Glas im Regenwaſſer am Gewicht verliert, und das iſt zugleich das Gewicht einer Menge Waſſer, die mit dem Stück Glas einerley Cubiſchen Inhalt hat.

Um nun zu finden, wie vielmahl eine andre flüßige Maſſe, z. E. Soole oder Salzwaſſer, ſpe-

ſpecifiſch ſchwerer oder leichter als Waſſer iſt, ſuche man eben ſo, wieviel das Stück Glas in der Soole, oder was es ſonſt für eine flüſſige Maſſe ſeyn mag, am Gewicht verliert: ſo weiß man, wieviel eine Menge von dieſer flüßigen Maſſe wiegt, die mit dem Stück Glas, mithin auch mit jener eben ſo groſſen Menge Waſſer einerley Cubiſchen Inhalt hat.

Nun dividire man das Gewicht, was das Stück Glas in der erwählten flüſſigen Maſſe verliert, mit dem Gewicht was eben das Stück Glas im Waſſer verliert, ſo zeigt der Quotient, wievielmal die ſo unterſuchte flüſſige Maſſe ſchwerer oder leichter als Regenwaſſer ſey.

Wird hiernächſt die ſo gefundene Zahl mit dem Gewicht eines Cubicfuſſes oder Cubiczolles Regenwoſſer multiplicirt; ſo giebt das Product das Gewicht eines Cubicfuſſes oder Cubiczolles der unterſuchten flüſſigen Maſſe.

163. §.

Wenn das Stück Glas im Waſſer 639 Troiſche Aß, in Milch 20 Aß mehr, alſo 659 Aß am Gewicht verliert; ſo findet man nach der gegebnen Regel die Zahl $\frac{659}{639} = 1,0313$, und ſovielmal iſt Milch ſchwerer als Waſſer. Wenn ferner eben das Stück Glas im rectificirten Weingeiſt 86 Aß weniger als im Waſſer, alſo 553 Aß am Gewicht verliert; ſo findet man den Weingeiſt $\frac{553}{639}$ oder 0,8653 mal ſo ſchwer als Waſſer. Die nachſtehende Tabelle, welche aus Muſſchenbroecks ſchon mehrmals angeführter Indroductione ad Philoſ. Naturalem Tom. II. §. 1417. pag. 536 ſqq. ge-

genommen iſt, ergiebt, was die Verſuche in Abſicht des eigenthümlichen Gewichts der bekannteſten Maſſen gelehret haben.

	eigenthümliches Gewicht
Regenwaſſer — —	1,000
Seewaſſer — —	1,030
Brunnenwaſſer — —	0,999
Flußwaſſer — —	1,009
gemein Scheidewaſſer —	1,300
das beſte — — —	1,409
Biereſſig — — —	1,034
Weineſſig — — —	1,011
Kuhmilch — — —	1,030
Ziegenmilch — —	1,009
Pommeranzenöhl —	0,888
Nelkenöhl — — —	1,034
Zimmetöhl — —	1,035
Wacholderöhl — —	0,911
Leinöhl — — —	0,932
Baumöhl — — —	0,913
Rübenſaamenöhl — —	0,853
Terpentinöhl — —	0,792
Vitriolöhl, gemeines —	1,700
— — concentrirtes —	1,827
— — noch ein andres	1,877
— — (nach Bergmann	2,125)
Menſchenblut — —	1,040
Weingeiſt, retificirter, —	0,866
— vom gem. Fr. Wein	0,9874
Alcohol — — —	0,815
Vitriol-Aether — —	0,732
Vitriolgeiſt — —	1,203
Salpetergeiſt, gemeiner	1,315
— — rauchender —	1,610
Pontack, rother Wein —	0,993
Burgunderwein — —	0,953

			eigenthümliches Gewicht
Canarienſect		—	1,033
Gemeiner weiſſer Fr. Wein			1,020
Frontignac	—	—	1,0086
Champagner	—	—	0,962
Moßler Wein	—	—	0,916
Rheinwein	—	—	0,9995
Rother Capwein		—	1,018
Weiſſer Capwein		—	1,039

Die hier aufgeführten Zahlen zeigen insgeſammt an, wie vielmal das Gewicht einer willkührlich gewählten Menge Waſſer in dem Gewicht einer eben ſo großen Menge der daneben aufgeführten flüſſigen Maſſe enthalten ſey. Wenn alſo das Gewicht eines Cubiczolles oder eines Cubicfußes Waſſer mit einer ſolchen Zahl multiplicirt wird, ſo giebt das Product das Gewicht eines Cubiczolles oder Cubicfußes der daneben aufgeführten flüſſigen Maſſe an.

164. §

Wenn ein feſter Cörper ſo ſchwer iſt, daß er im Waſſer unterſinkt; ſo vergleicht man das ſpecifiſche Gewicht ſeiner Maſſe auf ähnliche Art mit dem ſpecifiſchen Gewicht des Waſſers. Nachdem man nemlich den Körper gehörig gewogen und hiernächſt auch geſucht hat, wieviel er von ſeinem Gewicht im Waſſer verliert: dividirt man das Gewicht des Körpers mit demjenigen Theil deſſelben, den er im Waſſer verliert, ſo zeigt der Quotient an, wievielmal die Maſſe des ſo abgewogenen Körpers ſchwerer als Waſſer ſey. Hat ein Stück Gold 137 Gran ſchwer im Waſſer $7\frac{1}{4}$ Gran verlohren, ſo iſt dies Gold $\frac{137}{7\frac{1}{4}} = \frac{548}{29}$ oder 18,896 mahl ſchwerer als Waſſer.

ſer. Wenn ferner ein Stück Silber 248 Gran ſchwer im Waſſer 24 Gran verliert, ſo iſt es $\frac{248}{24} = {}^{31}/_{3}$, oder 10,333 mal ſchwerer als Waſſer.

165. §.

Ein feſter Körper, deſſen Maſſe ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, ſinkt für ſich allein im Waſſer nicht unter: man kann ihn aber mit einem ſolchen, deſſen Maſſe um ein anſehnliches ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt, verbinden, damit das Gewicht des aus beyden zuſammengeſetzten Körpers größer ſey, als das Gewicht von ſoviel Waſſer, als mit beyden Theilen zuſammen einerley Raum ausfüllet. Dieſer ſo aus beyden zuſammengeſetzte Körper wird im Waſſer unterſinken, und man kann, wie bisher dazu die Anleitung iſt gegeben worden, finden, wieviel er von ſeinem Gewicht im Waſſer verliere.

Von dem Gewicht, welches der aus beyden zuſammengeſetzte Körper im Waſſer verliert, ziehe man das Gewicht ab, was der ſpecifiſch ſchwerere Theil im Waſſer verliert, ſo bleibt das Gewicht einer Menge Waſſer übrig, die mit dem ſpecifiſch leichtern Theil einerley Raum füllet.

Das Gewicht des ſpecifiſch leichtern Theils dividire man alsdenn mit dem gefundenen Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Waſſer: der Quotient wird allemal ein ächter Bruch ſeyn, welcher angiebt, wievielmal die Maſſe leichter als Waſſer ſey.

166. §.

166. §.

Die zu dieſem Gebrauch beſonders eingerichteten Wagen ſind gewöhnlich mit einem gläſernen Eimer verſehen, daß man mit einem metallenen Netz als mit einem Deckel verſchlieſſen kann. Dieſer netzförmige Deckel muß den ins Eimer gelegten Körper hindern, daß er nicht in die Höhe ſteige, wenn man den Eimer mit demſelben ins Waſſer verſenkt. Das Gewicht, welches der gläſerne mit dem Netz verſchloſſene Eimer im Waſſer verliert, kann man ein für allemal ſuchen, und ſolches als das Gewicht, welches der ſpecifiſch ſchwerere Theil im Waſſer verliert, jedesmal von demjenigen abziehen, welches der Eimer mit dem Netz und dem hineingelegten Körper zuſammen im Waſſer verlieren.

Vermitelſt ſolcher Verſuche, die ſich auf dieſen Schlüſſen gründen, ſind die Zahlen in der nachſtehenden Tabelle gefunden worden, welche ſo wie die vorige, aus der Muſſchenbröckſchen Naturlehre a. a. O. genommen iſt. (Die in Klammern eingeſchloßenen Körper ſind hier aus andern zugeſetzt.) G.

	ſpecifiſches Gewicht.
(Platina del Pinto 20,000 bis	21,061 (Sickingen)
Gold, das feinſte, — —	19,640
— — franzöſiſches —	18,166
— — holl. Ducaten —	18,261
Queckſilber ganz reines, —	14,000
— — engliſches —	13,593
Silber feines — — —	11,091
Das beſte holländiſche —	10,535
— — geringeres —	10,340
Bley, engliſches — —	11,325
— — deutſches — —	11,310
Kupfer, japaniſches — —	9,000

Kupfer,

	ſpeciſiſches Gewicht	
Kupfer, ſchwediſches — —	8,784	
— gebranntes — —	5,453	
Meſſing, gegoſſener — —	8,000	
— — geſchlagener —	8,349	
Stahl, weicher — — —	7,738	
— — federharter —	7,809	
Eiſen — — —	7,645	
Zinn, reines — — —	7,320	
— das reinſte engliſche —	7,295	
(Wismuth) — — —	9,6 0	(Bergm.)
(Nickelkönig) — — —	9,000	(Bergm.)
(Arſenikkönig) — — —	8,308	(Bergm.)
(Kobaldkönig) — — —	7,700	(Bergm.)
(Zink) — — — —	6,862	(Bergm.)
(Spiesglaskönig) — —	6,860	(Bergm.)
(Braunſteinkönig) — —	6,850	(Bergm.)
(Wolframkönig), — —	17,600	(d'Elhuyar)
Diamant, weiſer indiſcher —	3,517	
— Braſilianiſcher —	3,518	
— oſtindiſcher blaulichter	3,512	
Agat, engliſcher, — —	2,512	
Karniol — — — —	3,290	
Hyacinth — — — —	2,631	
Jaſpis — — — —	2,666	
Kieſelſtein, durchſichtiger, —	2,641	
— — gemeiner —	2,542	
Marmor, ſchwarzer italiän.	2,704	
— — weiſſer — —	2,707	
— — ein andrer —	2,718	
Alabaſter — — —	1,872	
Kryſtall, isländiſcher — —	2,720	
Bergkryſtall — — —	2,650	
(Schwerſtein) 4,990 bis —	5,800	(Kirwan.)
(Schwerſpat) 4,000 bis —	4,496	(Bergm.)
Glas, feinſtes — —	3,150	
— gemein grünes — —	2,620	
Elfenbein — — —	1,829	

Tan=

	spreifiſches Gewicht.
Tannenholz hartes — —	0,550
— — weiches —	0,498
Erlenholz — — —	0,800
Büchenholz — —	0,852
Fichtenholz — — —	0,300
Eichenholz — — —	0,929
Wachs, gelbes — —	0,955
Kork — — — —	0,240
(Eis) — — — —	0,916
Regenwaſſer — — —	1,000

167. §.

Wegen des Queckſilbers iſt zu bemerken, daß es ſich eben ſo, wie feſte Maſſen, vermittelſt des gläſernen Eimers im Waſſer abwägen laſſe, weil es ſich mit dem Waſſer nicht vermiſcht. Von demjenigen Gewicht, welches der Eimer mit dem darin befindlichen Queckſilber zuſammen im Waſſer verliert, ziehet man dasjenige ab welches der leere Eimer für ſich allein im Waſſer verliert: ſo hat man denjenigen Theil, welchen das Queckſilber im Waſſer verliert, womit man alſo das Gewicht des Queckſilbers dividiren muß, um zu finden, wievielmal Queckſilber ſchwerer als Waſſer ſey.

Will man das eigenthümliche Gewicht der Salze ſuchen, und andrer Maſſen, die vom Waſſer aufgelöſet werden, ſo muß man ſie in Terpentinöhl, oder im ſubtilſten Weingeiſt, oder ſonſt einer andern flüſſigen Maſſe abwägen, welche dieſe Maſſen nicht auflöſet. Auf ſolche Art findet man das eigene Gewicht der Salze in Verglei-

chung

chung mit dem eigenthümlichen Gewicht der flüſſigen Maſſe, worin man ſie abgewogen hat. Wenn alſo der letztern eigenthümliches Gewicht in Vergleichung mit dem Waſſer bekannt iſt, ſo folgt daraus zugleich die Vergleichung des eigenthümlichen Gewichts der Salze und des Waſſers.

Nach Muſſchenbröcks Verſuch Indrod. ad Philoſ. Natur. T. II. §. 1398) haben 00 Gran Steinſalz im rectificirten Weingeiſt 40,41 Gran verlohren, alſo iſt Steinſalz $\frac{10000}{4041}$ mal ſchwerer als Weingeiſt. Wenn alſo ferner der Weingeiſt 0,866 mal ſchwerer als Waſſer iſt, ſo folgt es ſey das Steinſalz $\frac{8660}{4041}$ mal, 2,143 mal ſchwerer als Waſſer.

168. §.

Man hat auch Verſuche darüber angeſtellet, wie ſich das Gewicht des menſchlichen Körpers zum Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Wäſſer verhalte. Nach Muſſchenbröcks Beſtimmung (Introd. ad Phil. Nat. T. II. §. 1399.) wäre dies Verhältniß etwa wie 1,111 : 1,000; nach andern Verſuchen aber hat man den menſchlichen Körper auch wohl etwas leichter gefunden, als eine eben ſo große Menge Waſſer. In den Philoſ. Transact. vom Jahr 1757 Art. V. wird erzählt, daß John Robertſon Leute, die er zuvor gewogen habe, in ein Parallelepipedum mit Waſſer habe treten laſſen, hierauf aber gemeſſen habe, um wieviel das Waſſer im Gefäß geſtiegen ſey. Dieſe Verſuche gaben das Reſultat, daß der Körper eines lebendigen Menſchen etwas leichter

ter als eben ſoviel Waſſer ſey. Von Leichen, die bey anfangender Fäulniß etwas aufzuſchwellen pflegen, war es ohnehin ſchon bekannt, weil gemeiniglich der Körper einer ertrunkenen Perſon etliche Tage nachher im Waſſer empor kommt. Indeſſen hat man noch nicht viele Erfahrungen davon, daß es Leute gäbe, deren Gewicht um ein anſehnliches kleiner, als das Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Waſſer iſt, die alſo von aller Gefahr zu ertrinken gänzlich frey ſind, und wie in Italien ein vielleicht noch jeßt lebender Prieſter Don Paolo Moccia natürliche Schwimmer abgeben, ohne ſich dabey im geringſten durch die Kunſt zu helfen. Vermöge einer im 11 Stück der Halliſchen neuen gelehrten Zeitungen vom Jahr 1767 abgedruckten und vom Herrn Abt **Dominicus Bartaloni** dem Verfaſſer des Aufſatzes mitgetheilten Nachricht hat H. **Joſeph Dies**, Officier und Lehrer der Mathematik bey dem Artilleriecorps, in Gegenwart der vornehmſten Officiers und des Herrn Bartaloni ſelbſt des **Moccia** Körper 30 Neapolitaniſche Pfund leichter befunden, als eine eben ſo groſſe Menge Waſſer. Eben derſelbe Herr **Bartaloni** bringt noch das **Beyſpiel** eines gewiſſen Cola Peſce von Neapel bey, welcher vom Hafen von Neapel aus bis auf die Inſel Capri 30 italiäniſche Meilen weit mit aller Bequemlichkeit iſt ſpatzieren gegangen.

169. §.

Unter den Namen von hydroſtatiſchen Senkwagen, die von dem beſondern Gebrauch, wozu

ſie beſtimmt ſind, Soolwagen, Bierwagen, Weinwagen u. ſ. f. heiſſen, verſtehet man ſolche Werkzeuge, welche das ſpecifiſche Gewicht flüſſiger Maſſen zu unterſuchen dienen, übrigens aber eben nicht die ſonſt gewöhnliche Einrichtung einer Wage haben. Die einfachſten ſind nichts anders als eine Röhre AB, die unten mit einer hoh-
33. Fig. len Kugel BC zuſammenhängt, worin ſoviele Gewichte liegen, als nöthig ſind, damit das Werkzeug in der einen oder der andern Art von flüſſigen Maſſen ſich bis auf eine gewiſſe Tiefe ſenke. Das ganze Gewicht dieſer ſo genannten Wage muß nicht völlig ſo groß ſeyn, als das Gewicht einer eben ſo groſſen Menge der leichteſten unter den flüſſigen Maſſen, zu deren Prüfung ſie dienen ſoll, damit ſie darin nicht ganz unterſinke. Je gröſſer alsdenn das ſpecifiſche Gewicht einer andern flüſſigen Maſſe iſt, deſto kleiner iſt die Tiefe, um welche ſich die Wage hinein ſenkt. In der ſchwerſten flüſſigen Maſſe muß ſie ſich noch ſo tief einſenken, daß die Kugel ganz unter Waſſer kommt, weil man an der Röhre Merkmahle anbringt, welche anzeigen, wie tief ſich die Wage in jeder Art der flüſſigen Maſſen einſenken muß, wenn ſie rein und unvermiſcht ſind. Statt einer Kugel unten an der Röhre wird das Werkzeug um deßwillen noch beſſer mit zwoen Kugeln, einer gröſſern BC und einer kleinern CD gleich unter der vorigen verſehen, ſo wie es die 33 Figur vorſtellet, damit die Gewichte in der untern Kugel ihre Stelle erhalten können, und der Schwerpunct

der Waage in eine deſto tiefere Stelle unter der Waſſerfläche falle. Bey dieſer Einrichtung wird die Röhre von den in der untern kleinern Kugel befindlichen Gewichten deſto richtiger in lothrechter Lage erhalten. Die Abtheilungen der Röhre werden durch Verſuche gefunden, und wenn die Wage auch zur Prüfung ſolcher Flüſſigkeiten dienen ſoll, welche Metall angreifen würden, ſo müſſen Röhre und Kugel aus Glas verfertiget werden.

170. §.

Man kann der Senkwage die Einrichtung geben, daß ſie anzeigt, wievielmal das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers im ſpecifiſchen Gewicht der zu prüfenden flüſſigen Maſſe enthalten iſt, und die alsdenn erforderliche Eintheilung der Röhre läßt ſich nach theoretiſchen Gründen durch Rechnung finden (M. ſ. davon die **Anfangsgr. der Mathemat. Wiſſenſch. 2 Band 52 §. der Hydroſtat. 198 Seite.**) Das Vitriolöhl iſt 1,700 mal bis 1,877 mal, der Aether 0,732 mal ſchwerer als Regenwaſſer, alſo das Vitriolöhl mehr denn nochmal ſo ſchwer als der Aether. Demnach müſte eine Senkwage mit einer ziemlich langen Röhre verſehen ſeyn, wenn an derſelben Abtheilungen angebracht werden ſollten, welche nach allen dazwiſchen fallenden Stuffen das eigenthümliche Gewicht der Flüſſigkeiten bis auf Tauſendtheilchen vom Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Regenwaſſer anzeigen ſollten. Damit wäre aber

mehr als eine Unbequemlichkeit verbunden, weßwegen es beſſer iſt, wenn man mehrere dergleichen Wagen zur Hand hat, wovon der Gebrauch einer jeden für ſolche Flüſſigkeiten eingeſchränkt iſt, deren eigenthümliches Gewicht zwiſchen einem Paar Gränzen fällt, deren Verhältniß gegen einander ohngefähr 1 : 1, 2, oder auch nur 1 : 1, 1 beträgt: da denn ſechs bis zehn ſolcher Wagen für die bisher bekannten flüſſigen Maſſen genügen können. Eine ſolche Einrichtung geben die Herren **Brander** und **Hörſchel** in Augsburg ihren neuen Senkwagen, wovon der im Jahr 1777 bekannt gemachten **Beſchreibung des neuen Spiegelquadranten nach Hadleys Theorie** eine beſondre Nachricht beygefügt iſt.

171. §.

Die ſo genannten **Soolwagen** erfordern eine eigene Eintheilung wenn ſie zeigen ſollen, wieviel Salz dem Gewichte nach in einem Cubicſchuh oder einem andern mit der Soole gefüllten Körpermaaß enthalten ſey. Das Salzwaſſer iſt ſpecifiſch ſchwerer als ſüſſes Waſſer, und nimmt an Dichtigkeit immer mehr zu, jemehr Salz in einer beſtimmten Menge deſſelben enthalten iſt: demnach wird die Soolwage deſto höher gehoben, je reichhaltiger die Soole iſt. Um nun die Eintheilungen der Wage zu finden, ſchüttet man in eine beliebig angenommene Menge reines Waſſer ein Loth Salz nach den andern, oder auch jedesmal nach kleinern Portionen und bemerkt genau, wie tief ſich die Wage ſenkt, nachdem das

Waſſer alles Salz aufgelöſet hat. Hiebey ſind übrigens folgende Cautelen zu beobachten.

Wenn man Salz in Waſſer auflöſet, ſo wächſt der körperliche Raum, den das Waſſer einnimmt. Wenn daher in einer Kanne rein Waſſer $\frac{1}{2}$ Pfund Salz iſt aufgelöſet worden; ſo hat man mehr als eine Kanne Salzwaſſer. Verlangt man demnach, daß die Soolwage auf eine an der Röhre bemerkte Tiefe ſinken ſoll, wenn eine Kanne Soole 16 Loth Salz enthält; ſo würde es fehlerhaft ſeyn, wenn man ſie in das Salzwaſſer, was aus einer Kanne rein Waſſer und 16 Loth Salz gemacht worden, einſenken, und nun an der Röhre bemerken wollte, wie tief ſie geſunken ſey. In einer Kanne dieſes Salzwaſſers werden nicht völlig 16 Loth enthalten ſeyn.

Dieſerwegen muß man das Kannengefäß anfangs nicht ganz, ſondern etwa nur bis auf $\frac{3}{4}$ Theile voll rein Waſſer gieſſen, hierauf das Salz hinein ſchütten, und wenn alles aufgelöſet iſt, ſoviel rein Waſſer nachgieſſen, bis das Maaß voll iſt. Nun hat man eine Kanne Salzwaſſer, worin 16 Loth Salz vorhanden ſind, oder ſo genannte 16 löthige Soole. Auf ähnliche Art kann man 1 löthige, 2 löthige, 3 löthige Soole, u. ſ. f. durch die Vermiſchung des Salzes mit reinem Waſſer zuwege bringen, und auf der Röhre der Senkwage mehrere Merkmahle machen, die es anzeigen, wie weit ſie in jeder ſinke. Es muß aber das Salz recht rein und trocken, und das Waſſer nicht ſehr kalt ſeyn.

172. §.

Wüßte man das ſpecifiſche Gewicht der einlöthigen, 2löthigen Soole und ſo ferner fort bis zur reichſten Soole, die mit dem Salz völlig geſättiget iſt: ſo könnte jede dem 170 §. gemäß richtig eingetheilte Senkwage zugleich als Soolwage dienen. Die neueſten und beſten Unterſuchungen darüber hat Hr **Lambert** angeſtellt, und es findet ſich von ihm eine Abhandlung darüber in der Hiſtoire de l' Academie de Prûſſe pour l'Année 1762. Tom. 18. pag. 27 ſqq. unter dem Titel: Experiences ſur le poids du ſel et la gravité ſpecifique de ſaumures faites et analyſées par M. *Lambert*. Eben die Abhandlung iſt auch ins deutſche überſetzt und Herrn **Branders Beſchreibung einer neuen Hydroſtatiſchen Wage**, Augsb. 1777 in der Ueberſetzung beygefügt. Nach H. Lamberts und andrer Erfahrungen iſt der Raum, welchen eine Salz-Solution einnimmt, zwar größer als der Raum, welchen vorher das ſüſſe Waſſer allein einnahm: allein er iſt doch nicht ſo groß, als die Summe der Räume, welche das Waſſer allein und das Salz allein jedes für ſich füllen. Ein Theil des aufgelößten Salzes dringt in die Zwiſchenräume des Waſſers hinein, und nur der übrige Theil vermehrt den Raum, welchen das ſüſſe Waſſer vorher einnahm, ehe das Salz war zugeſchüttet worden. Dieſerwegen bedarf es eigener Beobachtungen und darauf gegründeter Rechnungen, um aus dem ſpecifiſchen Gewicht einer Soole oder Salzſolution

tion zu finden, wieviel Salz in einer gewiſſen Menge von der Soole enthalten ſey.

173. §.

Hr. **Lambert** füllte eine kleine Phiole mit einem ſehr langen Halſe mit ſüſſen Waſſer an, und fand durch Abwägen das Gewicht dieſer Waſſermenge von 1128,3 Gran. Hierauf ſchüttete er in die leere Phiole 300 Gran Salz, goß wieder ſüſſes Waſſer darauf, welches das Salz auflöſete, und weil während der Auflöſung das Waſſer ſich ſenkte, ſo goß er ſo lange Waſſer hinzu, bis er eine Salzſolution erhielt, die bey eben dem Raum von 1128,3 Gran ſüßen Waſſers 300 Gran Salz enthielt. Ihr Gewicht fand er 1316,3 Gran, alſo ihr Uebergewicht über eben ſoviel Waſſer 188 Gran. Das Kochſalz iſt 2,148 mal ſchwerer als Waſſer, alſo füllen 200 Gran Salz ſoviel Raum, als $\frac{300000}{2148} = 139,7$ Gran Waſſer. Wenn demnach kein Salz in die Zwiſchenräume des Waſſers dränge, ſo hätte das Gewicht der Salzſolution, welche eben die Phiole füllte, die 1128,3 Gran ſüſſes Waſſer faßte, $1128,3 - 140 + 300$, d. i., 1288, 3 Gran betragen müſſen. Es waren aber vermöge des Verſuchs 1316,3 Gran, alſo haben ſich 28 Gran Salz in die Zwiſchen-Räume des Waſſers begeben. Der Ueberſchuß des Gewichts der Salzſolution über das Gewicht einer eben ſo groſſen Menge des ſüſſen Waſſers war alſo $1316,3 - 1128,3 = 188$ Gran, wenn ſie 300 Gran Salz enthielte.

enthielte. Eben dieſer Ueberſchuß betrug 67 Gran, 131 Gran, 231 Gran, wenn in der Solution 100 Gran, 200 Gran, oder 380 Gran enthalten waren, und der Raum, den ſie füllte, immer derſelbe blieb, nemlich ein ſo groſſer Raum, als derjenige, welchen 1128,3 Gran ſüſſes Waſſer füllen.

174. §.

Dieſe Verſuche legte Herr **Lambert** bey ſeinen übrigen Rechnungen zum Grunde, wovon man auch in **den Anfangsgr. der Mathemat. Wiſſenſchaft. 2. Band. 55. u. f. §. der Hydroſt.** 202. u. f. S. weitere Nachricht findet. Die Reſultate ſeiner Rechnung enthält folgende Tabelle.

Gewicht einer Salzſolution, die ſoviel Raum füllet als 1000 Gran ſüßes Waſſer.	Gewicht des darin enthaltenen Salzes.
1000	0
1007	10
1014	20
1021	30
1027	40
1034	50
1041	60
1047	70
1054	80
1060	90
1067	100
1073	100

Gewicht

Gewicht einer Salzſolution, die ſoviel Raum füllet, als 1000 Gran ſüßes Waſſer.	Gewicht des darin enthaltenen Salzes.
1080	120
1086	130
1093	140
1099	150
1105	160
1111	170
1117	180
1123	190
1129	200
1135	200
1141	220
1146	230
1152	240
1158	250
1163	260
1169	270
1175	280
1180	290
1185	300
1191	310
1196	320
1201	330
1204,7	336,8

Dividirt man alle Zahlen in der erſten Columne mit 1000 ſo ſind die Quotienten einerley mit den Zahlen, welche das ſpecifiſche Gewicht der Soole in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen

Gewicht des Waſſers ausdrücken. Wenn alſo dies ſpecifiſche Gewicht der Soole gegeben iſt; ſo zeigt die Tabelle unmittelbar, wieviel Salz in einer ſolchen Menge dieſer Soole enthalten iſt, die eben ſo viel Raum, als 1000 Gran Waſſer füllet.

175. §.

Geſetzt die Soole iſt 1,175mal ſchwerer als Waſſer, ſo füllen 1175 Gran dieſer Soole ſoviel Raum, als 1000 Gran Waſſer, und es ſind 280 Gran Salz darin enthalten. Will man nun wiſſen, wieviel Salz ein Pfund von dieſer Soole hält, ſo ſetzt man nach der Regel Detri an

1175 Gran —	280 Gran —	1 Pfund,
5)	5)	oder 7680 Gran?
235	56	5)
5) 47		1536

und man findet $\frac{1536 \times 56}{47} = 1830$ Gran.

Wenn man nun weiß, wieviel ſüſſes Waſſer dem Gewicht nach den Raum eines Kannenmaaßes füllt, oder eines jeden andern körperlichen Maaßes, was man wählen will; ſo wird leicht gefunden, wieviel dem Gewicht nach von eben der Soole daſſelbe Körpermaaß füllet: mithin findet man auch leicht, wieviel Salz darin enthalten iſt.

Ein Rheinländiſcher Cubicfuß Waſſer wiegt 63 Pfund $3\frac{7}{12}$ Unzen, oder 63,224 Pfund im holländiſchen Troy Gewicht, (161. §.) und dieſe Zahl mit 1,175 multiplicirt giebt 74,2882 ℔ für das Gewicht eines Rheinländiſchen Cubicfuſ-

ſes

ſes von dieſer Soole. Weil nun 1 ℔ davon 1830 Gran Salz enthält, ſo ſind 135947,4 Gran oder 17,7 ℔ Salz in 74,2882 ℔, d. i. in einem Rheinländiſchen Cubicſchuh von dieſer Soole enthalten.

176. §.

In ſoviel Waſſer, das mit dem darin befindlichen Salz den Raum von 1128,3 Gran ſüſſen Waſſers einnahm, hat Herr **Lambert** höchſtens nur 380 Gran Salz auflöſen können. Das Gewicht der Solution war alsdenn 1359,3 Gran, alſo war ſie $\frac{1359,3}{1128,3}$mal oder 1,2047mal ſchwerer als Waſſer. Ein Cubicfuß dieſer Soole wiegt 76,2 ℔, und enthält 21,3 Pfund Salz im holländiſchen Troygewicht. In einer ſolchen Menge dieſer Solution, die einen Raum von 1000 Gran ſüſſen Waſſers füllte, waren demnach 336,8 Gran Salz enthalten. Aus dieſem allen läßt ſich nun vollſtändig beurtheilen, wie eine Senkwage zu dem Gebrauch eingerichtet ſeyn müſſe, um die verſchiedene Güte der Salzſoole damit zu unterſuchen, da ſie dann von dieſem Gebrauch den Namen der Soolwage erhält. Wenn ſie ſich im Regenwaſſer nahe bis ans oberſte Ende der Röhre eintaucht, und die Röhre übrigens für flüſſige Maſſen eingetheilt iſt, die ſchwerer als Regenwaſſer, aber doch nicht mehr als 1,2047 mal ſchwerer ſind; ſo dient dieſe Senkwage als Soolwage. Den Zahlen auf der Scale, welche das ſpecifiſche Gewicht der Soole anzeigen, kann man andre beyfügen, welche anzeigen, wieviel

Salz dem Gewicht nach in einem Cubicſchuh oder einem andern gewählten mit dieſer Soole gefüll- ten Körpermaaß enthalten ſey. Eine ſo einge- theilte Soolwage befindet ſich mit bey dem Bran- derſchen Sortiment hydroſtatiſcher Senkwagen, wovon ſchon im 170 §. Nachricht gegeben iſt.

Der Gehalt der Salzſoole an Salz wird nicht an allen Orten nach einerley Maaßſtab beſtimmt. Ei- nige beſtimmen den Gehalt der Soole an Salz, oder ihre Löthigkeit, nach der Menge des Salzes, die in einem Pfunde, oder einer Kanne enthalten, iſt und dieſe Kannen ſind ſelbſt wieder ſehr von einan- der verſchieden. Andere geben den Salzgehalt nach Graden an, die aber auch ſehr willkührlich gewählt ſind. Außer der von dem Herrn V. angeführten Lambertſchen Tabelle hat Herr R. Watſon eine andere berechnet, welche folgende iſt:

Gewicht einer Salzſolution, die ſoviel Raum füllt, als 1000 Gran reines Waſſer bey der Temperatur von 46 bis 55 Gr. Fahrenh.	Gehalt an Salz.
1000	0 ihres Gewichts.
1206	$\frac{1}{3}$
1160	$\frac{1}{4}$
1121	$\frac{1}{5}$
1107	$\frac{1}{6}$
1096	$\frac{1}{7}$
1087	$\frac{1}{8}$
1074	$\frac{1}{9}$
1059	$\frac{1}{12}$
1050	$\frac{1}{14}$
1048	$\frac{1}{15}$
1045	$\frac{1}{16}$
1040	$\frac{1}{18}$

Gewicht einer Salzſolution, die ſoviel Raum füllt, als 1000 Gran reines Waſſer bey der Temperatur von 46 bis 55 Gr. Fahrenh.	Gehalt an Salz.
1032	$\frac{1}{21}$ ihres Gewichts
1029	$\frac{1}{24}$
1027	$\frac{1}{27}$
1025	$\frac{1}{28}$
1024	$\frac{1}{30}$
1023	$\frac{1}{32}$
1020	$\frac{1}{36}$
1019	$\frac{1}{39}$
1015	$\frac{1}{42}$
1014	$\frac{1}{48}$
1013	$\frac{1}{54}$
1012	$\frac{1}{15}$
1009	$\frac{1}{72}$
1007	$\frac{1}{84}$
1006	$\frac{1}{108}$
1005	$\frac{1}{126}$
1004	$\frac{1}{144}$
1003	$\frac{1}{162}$
1002,9	$\frac{1}{192}$
1002,3	$\frac{1}{256}$
1001,8	$\frac{1}{320}$
1001,7	$\frac{1}{448}$
1001,4	$\frac{1}{512}$
1000,8	$\frac{1}{848}$
1000,6	$\frac{1}{1024}$

Geſetzt alſo, das eigenthümliche Gewicht einer Soole verhalte ſich zu dem des reinen Waſſers, wie 1,050 zu 1,000; oder ſie wiege bey gleichen Räumen $\frac{1}{20}$ mehr, als das letztere; ſo iſt nach der Tabelle ihr Gehalt an Salze $\frac{1}{14}$ oder ſie enthält in einem Pfunde $\frac{32}{14}$ Loth, = 2 $\frac{2}{7}$ Loth Salz. Wenn ihr

ihr eigenthümliches Gewicht gegen das Waſſer 1,206 wäre, ſo enthielte ſie $\frac{1}{3}$, alſo im Pfunde $\frac{32}{3}$ Loth $= 10\frac{2}{3}$ Loth Salz. — Allein die Verſuche, worauf ſich dieſe Tabellen gründen, verdienen, wie Herr Beckmann mit Recht ſagt, die Mühe nicht, welche ſich Gelehrte ihrentwegen gegeben haben; die Natur liefert uns nie eine Auflöſung des reinen Salzes im Waſſer, ſondern aufgelößter Gyps, ſalzſaurer Kalk = oder Bitterſalzerde, und erdige Theile machen das eigenthümliche Gewicht der Soole größer, ohne daß deswegen ihre wahre Löthigkeit oder ihr Gehalt an reinem Kochſalze größer iſt. Die beſte Probe den Gehalt der Salzſoole an Kochſalze zu finden, bleibt daher immer die chemiſche, oder die ſorgfältige Ausſcheidung des reinen Salzes durch gelindes Abdampfen, ſorgfältiges Trocknen u. Ausſüßen mit Alcohol.

G.

177. §.

Wenn bey der Vermiſchung zweyer ungleichartiger Maſſen der Raum, welchen die Maſſe nach der Vermiſchung einnimmt, eben ſo groß bleibt, als die Summe der Räume vor der Vermiſchung war, ſo kann das eigenthümliche Gewicht der Maſſe leicht gefunden werden, welche aus der Vermiſchung entſtanden iſt, wenn das eigene Gewicht der Maſſen bekannt iſt, welche man in die Vermiſchung gebracht hat. Aber auch umgekehrt, wenn das eigene Gewicht der vermiſchten Maſſe bekannt wäre mit dem eigenthümlichen Gewicht der Maſſen, aus welchen die Vermiſchung entſtanden iſt; ſo kann man finden, in welchem Verhältniß dem Raum, oder dem Gewicht nach, die Vermiſchung gemacht iſt. Auch kann alsdenn ferner, wenn die Größe oder das Gewicht der ver-

miſchten Maſſe gegeben iſt, die Größe oder das Gewicht eines jeden der mit einander vermiſchten Theile gefunden werden. Eine ſolche vom Könige Hiero in Sicilien dem **Archimedes** vorgelegte Aufgabe ſoll den letztern veranlaſſet haben, auf die Erfindung der Geſetze des Gleichgewichts flüſſiger Maſſen mit hineingetauchten feſten Körpern zu verfallen, wavon er unter dem Titel: De iis, quae vehuntur in humido, zwey Bücher geſchrieben hat.

178. §.

Der König Hiero hatte eine goldene Krone verfertigen laſſen, und kam auf den Verdacht daß der Goldarbeiter dabey einen Betrug geſpielet, und das Gold durch einen Zuſatz von Silber verfälſcht habe. Archimedes ſollte prüfen, ob dieſer Verdacht gegründet ſey, jedoch ohne das Werk der Kunſt ſelbſt zu verderben, welches ſonſt den Beyfall des Königs hatte. Nach der alten Erzählung iſt die Krone 20 Pfund ſchwer geweſen, und hat im Waſſer $1\frac{1}{4}$ Pfund oder 9600 Gran von ihrem Gewicht verlohren: mithin war ſie $\frac{20}{1\frac{1}{4}}$ mal oder 16 mal ſchwerer als Waſſer. Wenn aber fein Gold 19,64 mal ſchwerer als Waſſer iſt, ſo müſſen 20 Pfund Gold im Waſſer $\frac{20}{19,64}$ Pfund, oder 7821 Gran am Gewicht verlieren. Wird alsdenn vorausgeſetzt, daß der Zuſatz Silber geweſen ſey, ſo giebt folgende Rechnung, wieviel Gold und wieviel Silber die Maſſe enthalten habe.

Weil

Weil Silber 11,091 mal ſchwerer als Waſſer iſt, ſo würden 20 Pfund Silber im Waſſer $\frac{20}{11,091}$ Pfund, oder 13849 Gran am Gewicht verlieren: alſo ſetzt man nach der Alligationsregel

	verlieren Grane	auf
20 Pf. fein Gold	7821	4249 Gran fein Gold
20 Pf. ſchlecht Gold	9600	ſind alſo
20 Pf. Silber.	13849	1779 Gr. Silber-Zuſatz
		Summa 6028 Gran ſchlecht Gold.

ferner ſetzt man nach der Vermiſchungsregel

ſchlecht Gold — fein Gold

6028 Gran — 4249 Gran — 20 Pfund?

Ankw. 14,1 Pfund fein Gold

alſo 5,9 Pfund Silber.

Was hiebey nach dem 177 §. vorausgeſetzt wird, das trifft nicht vollkommen genau zu, und man findet davon mehr Nachricht in den ſchon mehrmals angeführten Anfangsgründen der Mathematiſchen Wiſſenſchaften im V Abſchnitt der Hydroſtatik.

Die größeſte Schwierigkeit bey der Auflöſung des archimedeiſchen Problems, durchs Waſſerwägen die Reinigkeit der Metalle zu beſtimmen, macht, die ungleiche Aendrung des eigenthümlichen Gewichtes durch die Legirung. Denn die zuſammengeſchmolzenen Metalle haben nicht mehr die Dichtigkeit, welche ſie nach dem mittlern Verhältniß ihrer einzelnen Dichtigkeiten vor dem Zuſammenſchmelzen haben ſollten; einige werden dichter, andere lockerer, als ſie der Berechnung zufolge ſeyn müßten. Das ſchlimmſte iſt, daß dieſe Aendrung der berechneten Dichtigkeit bey verſchiedenen Graden der Legirung verſchieden iſt. Hierzu kömmt noch ungleiche Ausdehnung, verſchiedne Dichtigkeit nach dem Hämmern oder Gießen, Ungewißheit über die

Art

Art des zugeſetzten Metalles. Alles dieß verurſacht nicht zu hebende Schwierigkeiten. Es gehören hierher folgende Schriften: *Ioh. Dav. Hahn* diſſ. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Bat. 1751. 4. De denſitate mixtorum e metallis et ſemimetallis factorum, auct. *Chriſt. Ehrig. Gellert* in den *comment. acad. Petropolit. Tom.* XIII. Seite. 382. De denſitate metallorum ſecum permixtorum, auct. *Geor. Wolfg Kraft.* ebendaſ. Tom. XIV. S. 252. *Ioh. Geor. Zeiher* mixtionum metallicarum examen hydroſtaticum. Wittenb. 1764. 4. Gottfr. Einsporns Unterſuchung, wie weit durch Waſſerwägen der Metalle Reinigkeit und Vermiſchung könne beſtimmt werden. Erlangen 1745. 8. Ein Mittel, durch Verhältniß des Gewichtes und des Raumes gegen einander zu finden, wie viel Bley unter das Zinn gemengt iſt, von H. Th. Scheffer in den ſchwed. Abhandl. B. XVII. J. 1755. S. 134. Die vollſtändigſte Tafel über die Aenderung des abſoluten Gewichts bey gleichen Räumen des in verſchiedenen Verhältnißen mit Bley zuſammengeſchmolznen Zinnes, hat Hr. Bergenſtierna geliefert: Anmerkungen über die Gußprobe auf Zinn und Bley, von Axel Bergenſtirna, in den neuen ſchwed. Abh. B. 1. J. 1780. S. 156, überſ. in Cells neueſten Entd. in der Chem. Th. VIII. S. 162. G.

Der IX. Abſchnitt.

Von den Geſetzen des Gleichgewichts der ſchweren elaſtiſchen flüſſigen Maſſen.

179. §.

Wenn CDEF eine unelaſtiſche Maſſe von willkührlicher Geſtalt und Größe vorſtellt, 17. Fig.

und wenn kein Theilchen von ihr dem Druck der Schwere, oder ſonſt einer Kraft ausgeſetzt iſt; ſo bleiben alle Theilchen dieſer Maſſe in völliger Ruhe bey einander, ohne ihre Lage gegen einander im geringſten zu ändern (122. §.). Dies erfolgt, die Maſſe mag in einer feſten Fläche von allen Seiten eingeſchloſſen, oder ſich ſelbſt allein überlaſſen ſeyn. Nimmt man dagegen an, daß die flüſſige Maſſe elaſtiſch ſey, und ein Beſtreben äuſſere, ſich nach allen Seiten auszubreiten; ſo iſt das eben ſoviel, als ob man annimmt, zwiſchen jeden zweyen an einander gränzenden Theilchen ſey eine Kraft befindlich, welche dieſe Theilchen von einander zu entfernen ſtrebt: mithin kann die Maſſe für ſich allein nicht in allen ihren Theilen ruhig bleiben. Entweder andre Kräfte, die jenen entgegen geſetzt ſind, oder ſonſt andere Arten des Widerſtandes müſſen das Gleichgewicht herſtellen.

17. Fig.

180. §.

Stat eines ſolchen Widerſtandes dient eine feſte Fläche, welche die Maſſe von allen Seiten einſchließt. Eine ſolche Fläche widerſtehet an jeder Stelle C oder D der Ausbreitung der flüſſigen Maſſe, und leidet eben deßwegen hinwiederum von der flüſſigen Maſſe an jeder Stelle einen Druck, deſſen Richtung auf ihr ſenkrecht iſt. Nimmt man an, daß die Dichtigkeit der Maſſe gleichförmig, und zwiſchen jeden zweyen Theilchen die Kraft, welche ſie von einander zu treiben ſtrebt, von gleicher Größe ſey; ſo leiden gleiche

che Theilchen der feſten Fläche, welche die Maſſe einſchlieſst, gleichen Druck. Stellt man ſich bey C oder D ein ſo kleines Theilchen Cc oder Dd der feſten Fläche vor, deſſen Krümmung ſo wenig merklich iſt, daß man es für eine ebene Fläche annehmen kann; ſo läßt ſich allemal ein Gewicht angeben, das wenn es über dieſer kleinen Fläche gleichförmig vertheilt wäre, eben ſo ſtark dagegen drucken würde. Anſtatt deſſen könnte auch, wie ſchon im 132 §. umſtändlich iſt gewieſen worden, die Höhe einer Waſſerſäule angegeben werden, welche, wenn ſie über der kleinen Fläche lothrecht ſtünde, ſelbige eben ſo ſtark drücken würde. Dieſe kann auch hier die die Höhe des Drucks heiſſen, womit die eingeſchloſſene elaſtiſche Maſſe gegen die kleine Fläche Cc, oder Dd preßt: ſie iſt für alle Stellen der feſten Fläche einerley.

181. §.

Wenn Cc eine kleine Oefnung in der feſten Fläche wäre, ſo würde die flüſſige Maſſe augenblicklich anfangen, aus dieſer Oefnung auszuſtrömen, ſobald dieſelbe nicht mehr geſchloſſen wäre. Ob nun gleich ſolchergeſtalt die Menge der Maſſe in dem eingeſchloſſenen Raum abnähme; ſo würde doch der ganze Raum mit der in jedem Augenblick noch darin zurückgebliebenen Maſſe beſtändig angefüllet bleiben. Der Verminderung der Menge ungeachtet würde doch die Maſſe ſich bey jedem Abgang in den ganzen vorigen von der feſten Fläche eingeſchloſſenen Raum gleichförmig ausbreiten, ſo lange der zurückbleibende Reſt noch elaſtiſch

17. Fig.

elaſtiſch bliebe. Ein kleines Stück einer feſten Fläche, das in der Oefnung Cc genau wie ein Deckel paßte, aber mit der übrigen feſten Fläche nicht zuſammen hienge, würde von der elaſtiſchen Maſſe weggeſtoßen werden, wenn es nicht durch eine ſenkrecht dagegen angebrachte Kraft gehalten würde. Wenn dieſe Kraft grade die Gröſſe hat, als nöthig iſt, um mit dem Gegendruck der elaſtiſchen Maſſe das Gleichgewicht zu halten; ſo kann dieſelbe für **das Maaß der Elaſticität** der Maſſe angenommen werden. Man kan ſagen, die Elaſticität der Maſſe ſey einem Druck gleich, der eine ebene Fläche, darüber er gleichförmig vertheilt iſt, eben ſo ſtark preſſen würde, als eben dieſe Fläche von der dagegen drückenden elaſtiſchen Maſſe gepreßt wird. Die Größe dieſes Drucks iſt bekannt, wenn die Höhe einer graden und ſchweren Waſſerſäule bekannt iſt, die wenn ſie über eben der Fläche lothrecht ſtünde, vermöge ihres Gewichts dieſe Fläche eben ſo ſtark drücken würde. Für eine andre Maſſe, die mehr oder weniger elaſtiſch wäre, würde die Höhe des Drucks in eben dem Verhältniß gröſſer oder kleiner ſeyn, und man nennt dieſe Höhe auch wohl **die der Elaſticität der Maſſe zugehörige Höhe.**

182. §.

17. Fig. Weil vorausgeſezt wird, daß die in der feſten Fläche CDEF eingeſchloſſene Maſſe flüſſig ſey, ſo behält ſie bey ihrer Federkraft auch die übrigen Eigenſchaften flüſſiger Maſſen, die daher

ihren Urſprung haben, weil die kleinſten Theilchen mit einer ſehr wenig merklichen Kraft zuſammen hängen, mithin an und neben einander ſehr leicht beweglich ſind. Wenn alſo an zwey von den kleinſten Theilchen A und B gleich groſſe Kräfte nach entgegen geſetzten übrigens aber in eine grade linie zuſammen fallenden Richtungen Aa, Bb, oder auch Aα, Bβ angebracht ſind, ſo können dieſe Kräfte einander nicht eben ſo, als wenn die Maſſe feſt wäre, im Gleichgewicht erhalten: vielmehr werden die Theilchen A und B nach den Richtungen der Kräfte Aa, Bb, oder Aα, Bβ, in Bewegung kommen. Ob nun gleich die in der Richtung Aa oder Aα im Wege liegende Maſſe wegen ihrer Elaſticität entgegen drückt, ſo hindert ſolches doch nicht, daß nicht jede an dem Theilchen A angebrachte Kraft daſſelbe in Bewegung ſetzen könnte, wenn anders die im Wege liegenden Theilchen nur ausweichen können. Denn ſo ſtark die nach a zu befindliche Maſſe wegen ihrer Elaſticität nach aA entgegen drückt, eben ſo ſtark drückt, die auf der andern Seite nach α zu befindliche Maſſe nach αA mit der Richtung der Kraft Aa übereinſtimmig, und beyde Kräfte, welchen das Theilchen A wegen der Elaſticität der ganzen Maſſe für ſich ſchon ausgeſetzt iſt, ſind im Gleichgewicht. Die Preſſungen, welchen es wegen der Elaſticität der Maſſe von allen Seiten ausgeſetzt iſt, heben einander insgeſammt auf: alſo iſt es eben ſoviel, als wenn das Theilchen an ſich gar keinen Druck ausgeſetzt wäre.

183. §.

Wenn die Kräfte, die an den Theilchen
Fig. 17. A und B angebracht ſind, ſelbige gegen einander nach den Richtungen Aa, Bb, zu treiben ſtreben; ſo könnte unter der Bedingung wohl ein Gleichgewicht erfolgen, wenn die dazwiſchen liegenden Theilchen ſonſt gehindert würden, daß ſie nicht ausweichen könnten. Um dies zuwege zu bringen, kann man ſich wie oben im 123. §. die Vorſtellung machen, daß die zwiſchen A und B befindlichen Theilchen der flüſſigen Maſſe in einer feſten cylindriſchen, oder priſmatiſchen Röhre eingeſchloſſen ſind. Bloß träges nicht ſchweres Waſſer würde in einer ſolchen Röhre, auch wenn ſie an beyden Enden offen wäre, ruhig bleiben, was auch die Röhre vor eine Lage hätte: aber eine nicht ſchwere elaſtiſche flüſſige Maſſe würde ſich darin nach der Länge der Röhre an beyden Seiten ausbreiten, wenn dies nicht durch ein Paar feſte Grundflächen, welche die Röhre an beyden Seiten ſchließen, gehindert würde. Statt deſſen könnte auch ein äuſſerer Druck gegen jede Grundfläche der eingeſchloſſenen cylindriſchen oder priſmatiſchen Maſſe, wenn man dieſe Grundflächen auf der Axe des Cylinders oder den Seitenlinien des Priſma ſenkrecht annimmt, eben ſo ſtark entgegen preſſen, als die elaſtiſche Maſſe längſt dieſer Richtung ſich auszubreiten ſtrebt. Um alsdenn das Gleichgewicht zu erhalten, würde erfordert werden, daß die Höhe des Drucks auf beyden Seiten der Elaſticität der flüſſigen Maſſe gleich wäre.

184. §.

184. §.

Das Wort Luft kann Kürze halber jede elaſtiſche flüſſige Maſſe bezeichnen, wenn es gleich in der Natur vielleicht auch andere flüſſige Maſſen giebt, die von derjenigen verſchieden ſind, welche eigentlich Luft heiſſet. Alsdenn finden die oben im 129 §. vorgetragenen Lehren auch ihre Anwendung, wenn in der Röhre ABCD mit dem feſten Boden BC ſtatt des Waſſers elaſtiſche Luft befindlich iſt: nur tritt der Unterſcheid dabey ein, daß der Raum BEFC, welchen unelaſtiſches Waſſer einnimmt, das keiner Zuſammendrückung fähig wäre, unveränderlich bleiben würde, wenn gleich der Druck gegen die Fläche EF größer oder kleiner würde. Dagegen hängt die Gröſſe des Raums, den die elaſtiſche Luft füllet, von der Größe des Drucks ab, der gegen die Fläche EF preßt. Ein ſtärkerer Druck preßt die elaſtiſche Maſſe in einen engern Raum, und bey einem ſchwächern Druck breitet ſich die Maſſe in einen größern Raum aus: mithin hängt die Dichtigkeit der elaſtiſchen flüſſigen Maſſe von der Gröſſe des Drucks ab, der mit der Gröſſe ihrer Federkraft im Gleichgewicht iſt. Beym ſtärkern Druck iſt die Dichtigkeit gröſſer, und beym ſchwächern Druck geringer. 18. Fig.

Giebt es in der Natur elaſtiſche flüſſige Maſſen, ſo könnten auch wohl andre Urſachen bey unveränderter Dichtigkeit ihre Federkraft verſtärken. Wenn indeſſen fürjetzt dergleichen Aenderungen in der Federkraft der Luft, die von andern

Urſachen herrühren könnten, noch beyſeite geſetzt werden, ſo behält es ſeine Richtigkeit, daß dichtere Luſt mehr elaſtiſch, und dünnere Luft weniger elaſtiſch ſey. Einerley Menge Luft in einen engern Raum gebracht, widerſteht der fernern Zuſammenpreſſung mehr, als eben die Menge Luft, ſo lange ſie in einem größern Raum ausgebreitet iſt. Mehr Luft in einerley Raum gebracht äuſſert demnach ebenfalls mehr Elaſticität, als eine geringere in eben dem Raum ausgebreitete Menge Luft.

Unter Luft verſtehet man eigentlich jede permanent-elaſtiſche Flüſſigkeit, welche ſich in gläſernen und metallenen Gefäßen einſchließen läßt. Durch das erſtere Merkmal unterſcheidet ſie ſich von der dampfförmigen Flüſſigkeit, deren Elaſticität in der Kälte nicht dauernd iſt, ſondern darinn zum tropfbarflüſſigen oder feſten Körper gerinnt; durch das letztere, von dem elaſtiſchen Wärme- und Lichtſtoff.

Weil verſchiedene luftförmige Flüſſigkeiten bey gleicher Dichtigkeit ungleiche Elaſticitäten, oder bey ungleichen Dichtigkeiten gleiche Elaſticitäten haben können; ſo unterſcheidet man auch abſolute und ſpezifiſche Elaſtizität der Luftarten. Jene iſt überhaupt die Kraft, womit eine Luft den zuſammendrückenden Kräften widerſteht; dieſe hingegen iſt das Verhältniß zwiſchen abſoluter Elaſtizität und Dichtigkeit. Wenn alſo z. B. brennbare Luft 10 mal dünner iſt, als atmoſphäriſche Luft, und doch eben dieſelbige abſolute Elaſtizität hat, ſo iſt ihre ſpezifiſche Elaſtizität 10 mal größer als die der atmoſphäriſchen Luft. Es folgen hieraus die Sätze: 1) Luftmaſſen von gleicher Dichtigkeit verhalten ſich in ihren ſpezifiſchen Elaſtizitäten, wie ihre abſoluten Elaſtizitäten, 2) Luftmaſſen von gleicher abſoluten

Ela-

Elaſticität verhalten ſich in ihren ſpezifiſchen Elaſticitäten umgekehrt, wie ihre Dichtigkeiten; 3) Luftmaſſen von ungleichen Dichtigkeiten und ungleichen abſoluten Elaſtizitäten verhalten ſich in ihren ſpezifiſchen Elaſtizitäten wie die Quotienten ihrer abſoluten Elaſtizität durch ihre Dichtigkeit. G.

185. §

Wenn nun, wie oben im 128 §. angenommen ward, die in der feſten Fläche AEBCDF eingeſchloſſene flüſſige Maſſe durch parallele Ebenen in Schichten eingetheilt, überdem aber auch eben dieſe Maſſe elaſtiſch iſt; wenn ferner alsdenn gegen jede dieſer Ebenen ein ſenkrecht darüber vertheilter Druck preßt: ſo können im Zuſtande des Gleichgewichts die Schichten nicht einerley Dichtigkeit haben, wenn gleich die übrigen oben ſchon bewieſenen Geſetze des Gleichgewichts ihre Anwendung finden. Die im Raum EBCDF befindliche Maſſe hat im Zuſtande des Gleichgewichts die größte Dichtigkeit, und von den übrigen Schichten hat jede gegen ef zu folgende eine kleinere Dichtigkeit, als die vorhergehende. Was die noch oberhalb ef in dem Raum eAαf befindliche Maſſe betrift, wenn dieſe nicht ſchwer iſt, auch ſonſt gar keine Kräfte vorhanden ſind, die auf ihre Beſtandtheile wirken, ſo würde ſie in dem Raum, den ſie einnimmt, ohne alle Aenderung ihrer Figur und der Lage ihrer Theile ruhig bleiben, wenn gleich der Theil eAαf der feſten Fläche des Gefäſſes fehlte. Wofern aber die geſammte eingeſchloſſene Maſſe, alſo auch diejenige noch elaſtiſch iſt, die den Raum eAαf füllt; 20. Fig.

ſo kann der Theil eAαf der feſten Fläche nicht fehlen, wenn die oberhalb ef befindliche Maſſe in dieſem Raum erhalten werden ſoll, weil ſie ebenfalls ein Beſtreben äuſſert, ſich nach allen Seiten auszubreiten. Die Preſſungen, welchen ef, cd, ab, ausgeſetzt ſind, pflanzen ſich gegen EF ſo fort, daß die geſammte Höhe des von denſelben gegen EF fortgepflanzten Drucks ſo groß iſt, als die Summe aller Höhen der Preſſungen gegen ef, cd, ab, und dazu kommt noch die der Elaſticität der im Raum eAαf eingeſchloſſenen Maſſe zugehörige Höhe.

186. §.

Man wird eben nicht geneigt ſeyn, anzunehmen, daß einerley Menge Luft in jeden noch ſo kleinen Raum zuſammen gepreßt werden könne: ſo wie man umgekehrt auch nicht geneigt ſeyn wird, dafür zu halten, daß eben die Menge Luft, wenn gar kein äuſſerer Widerſtand ſie zuſammen hält, ſich in einen Raum ohne alle Gränzen ausbreiten werde. Giebt es alſo in der Natur wirklich elaſtiſche flüſſige Maſſen, und iſt vielleicht diejenige, welche wir gewöhnlich Luft nennen, von einer ſolchen Beſchaffenheit; ſo wird es ein Paar Gränzen geben, zwiſchen welchen die Dichtigkeit einer jeden gegebenen Menge Luft nur enthalten ſeyn kann. Iſt dieſe Luftmaſſe in einen ſo kleinen Raum gebracht, daß ihre Elemente einander nicht näher gebracht werden können; ſo hat ſie nun den größten Grad der Dichtigkeit, welchen die Luft anzunehmen fähig iſt, und eine ſo dichte Luft

wider-

widerſtehet alsdenn einem jeden noch gröſſern Druck, ohne weitere Verminderung des Raums, den ſie einnimmt. Umgekehrt giebt es eine vielleicht ſehr kleine Dichtigkeit der Luft, womit ihre Federkraft aufhört, eine merkliche Wirkung zu äuſſern, da es denn keines äuſſern Widerſtandes bedarf, um zu verhindern, daß ſich dieſe ſo ſehr verdünnte Luft nicht noch weiter in einen gröſſern Raum ausbreite.

187. §.

In dem graden cylindriſchen oder priſmatiſchen lothrecht ſtehenden Gefäße ABCD, deſſen Grund- 22. Fig.
flächen AD, BC. wagrecht ſind, befinde ſich ſchwere elaſtiſche Luft, wovon alle Elemente völlig in Ruhe ſind: ſo iſt jeder wagrechte Schnitt MN einem Druck ausgeſetzt, und derſelbe iſt über der Fläche des Schnitts gleichförmig vertheilt. Wäre die flüſſige Maſſe nicht elaſtiſch, ſo wäre der ganze über MN gleichförmig vertheilte Druck ſo groß als das Gewicht der darüberſtehenden Luftmaſſe von MN bis an die höchſte Fläche AD. Weil aber dieſe Luft elaſtiſch angenommen wird, ſo muß man unterſcheiden, ob die in der höchſten Gegend an AD befindliche Luft auch noch elaſtiſch, oder vielleicht ſchon ſo weit verdünnt ſey, daß ſie keine Federkraft weiter äuſſert.

Man theile die ganze über BC ſtehende Luftſäule in Gedanken durch wagrechte einander ſehr nahe liegende Ebenen in Schichten von ſehr kleinen Höhen: ſo erhellet, daß MN einem Druck ausgeſetzt ſey, der ſich gegen die nächſte Ebene mn fortpflanzt;

pflanzt, und daß alsdenn mn außer dieſen dagegen fortgepflanzten Druck noch den Druck des Gewichts der Schicht MmnN leide. Demnach iſt der in die Schicht m$\mu\nu$n enthaltene Luft ſchon einem größern Druck ausgeſetzt, als die in der Schicht MmnN enthaltene Luft: und weil jene mit dem gröſſern Druck das Gleichgewicht hält, ſo iſt ihre Federkraft, mithin auch die Dichtigkeit der Schicht m$\mu\nu$n gröſſer, als die Dichtigkeit der Schicht MmnN, vorausgeſetzt, daß dieſe Dichtigkeiten noch insgeſammt zwiſchen der größten und kleinſten Dichtigkeit enthalten ſind, der die Luft fähig iſt.

188. §.

Der von MN gegen mn fortgepflanzte Druck iſt ſo groß, als der Druck, welchem MN unmittelbar ausgeſetzt iſt, und dazu kommt das Gewicht der Schicht MmnN. Beyde Preſſungen zuſammen pflanzen ſich eben ſo wieder gegen $\mu\nu$ fort, und es kommt dazu das Gewicht der Schicht m$\mu\nu$n. So erhellet, daß der Druck gegen jede folgende Schicht um das Gewicht der nächſtvorhergehenden Schicht gröſſer wird: mithin iſt der Druck gegen BC dem Gewicht der ganzen Luftſäule ABCD gleich, wozu noch derjenige kommt, welcher von der Elaſticität der höchſten Luftſchicht AadD herrührt, und ſich ebenfalls gegen BC fortpflanzt. So lange nemlich die Dichtigkeit der Luft in der höchſten Gegend an AB noch nicht die kleinſte iſt, womit die Federkraft der Luft gänz=

gänzlich aufhört, ſo lange ſtrebt die daſelbſt befindliche Luft noch, ſich nach allen Seiten auszubreiten, und das Gleichgewicht würde nicht beſtehen können, wenn das Gefäß nicht auch oben an AD mit einem feſten Deckel geſchloſſen wäre.

189. §.

Man ſtelle ſich die Röhre BADC von unbe- 22. Fig.
ſtimmter Höhe, und die feſte Fläche AD beweglich, dabey aber nur als eine geometriſche Ebene ohne Schwere vor; ſo erhellet, daß ſo lange kein Gleichgewicht bleiben könne, als die unmittelbar an AD gränzende Luft noch elaſtiſch bleibt. Die Luft wird vielmehr die feſte Fläche AD höher hinauf treiben, alle Luftſchichten werden ſich in einen größern Raum ausbreiten, und an Dichtigkeit abnehmen, bis endlich die Dichtigkeit der höchſten Luftſchicht ſo klein wird, daß ihre Federkraft verſchwindet. Nun bedarf es deſſen weiter nicht, daß das höchſte Ende der Röhre AD mit einem feſten Deckel verſchloſſen ſey, die geſammte in der Röhre befindliche Luftmaſſe iſt nun für ſich im Gleichgewicht, und der Druck gegen den Boden iſt dem Gewicht der Luftſäule gleich.

190. §.

In allen Fällen, wenn eine ſchwere und ela- 20. Fig.
ſtiſche Luftmaſſe in einer feſten unbiegſamen Fläche AEBCDF von welcher Figur man will, wie in einem Gefäß eingeſchloſſen iſt, und alle Elemente derſelben völlig in Ruhe ſind, hängt die

Dich-

Dichtigkeit einer jeden Schicht dieſer Maſſe zwiſchen zwoen einander ſehr nahe liegenden wagrechten Ebenen ab, EF, ebenfalls von der Tiefe AL dieſer Schicht unter der wagrechten Ebene GH ab, welche das Gefäß oberhalb dieſer Schicht berührt. Wenn alle dieſe Schichten grade Priſmen oder Cylinder wären, wie EghF, aklb, cmnd, eopf; ſo litte ef einen Druck wegen des Gewichts der oberſten Schicht, und dazu käme noch der von der Elaſticität der in dieſer Schicht befindlichen Luftmaſſe herrührende Druck. Dieſer geſammte Druck pflanzt ſich gegen cd fort, und dazu kommt noch das Gewicht der folgenden Schicht. So erhellet, daß mit jeder folgenden hinzukommenden Schicht zu dem Druck, welcher ſich von ihrer obern Grundfläche gegen die untere fortpflanzt, noch das Gewicht dieſer Schicht hinzu komme. Uebrigens rechtfertiget ſich die angenommene Vorausſetzung, als könne man die Schichten, worin die ganze Maſſe eingetheilt iſt, wie grade Priſmen oder Cylinder betrachten, eben ſo wie es im 134. §. geſchehen iſt. Im Zuſtande des Gleichgewichts kann alſo die eingeſchloſſene ſchwere Luftmaſſe, wenn es nur darauf ankommt, die Wirkung des Drucks auf das Gefäß zu finden, wie jede andre in einem ſolchen Gefäß eingeſchloſſene ſchwere auch unelaſtiſche flüſſige Maſſe betrachtet werden, die aus einer unzähligen Menge über einander liegender Schichten von ſehr kleinen Höhen beſtehet, wovon jede ihre eigene Dichtigkeit hat. Wie alsdenn der Druck gegen den

den Boden, oder jeden wagrechten Schnitt des Gefäßes, auch gegen jedes kleine Stück der Seitenfläche gefunden werde, dazu muß eigentlich die mathematiſche Theorie des Gleichgewichts der Luft, welche unter dem Nahmen der Aërometrie oder Aëroſtatik in der angewandten Mathematik abgehandelt wird, eine nähere Anleitung geben. (M ſ. die **Anfangsgründe der Mathematiſchen Wiſſenſchaften, im 2ten Bande den II. Abſch. der Aëroſtatik.**)

191. §.

Wenn alle Elemente einer elaſtiſchen Luft gegen einerley Mittelpunct ſchwer ſind, und dieſe Luftmaſſe zwiſchen zwoen zu eben dem Mittelpunct gehörigen Kugelflächen ABMN, KLST, eingeſchloſſen iſt: ſo iſt über der kleinern oder untern Kugelfläche KLST das Gewicht der ganzen Luftmaſſe gleichförmig vertheilt. Theilt man dieſe ganze Luftmaſſe durch concentriſche Kugelflächen in gleich hohe Schichten ein, deren Höhen ſehr klein ſind; ſo erhellet daß über jeder folgenden Schicht gegen den Mittelpunct zu, ſchon mehr Druck vertheilt ſey, als über der nächſtvorhergehenden: alſo hat jede folgende Schicht mehr Elaſticität und mehr Dichtigkeit, als die nächſtvorhergehende, und dies allemal, die Höhe der Schichten mag ſo klein genommen werden, als man will. Dieſemnach wächſt die Dichtigkeit der Luftſchichten mit ihrer Tiefe unter der höchſten Gränze nach und nach durch unmerkliche Stuffen. 27. Fig.

Stuffen. Hat alsdenn die höchſte Schicht zwiſchen ABM und DEP noch einige Elaſticität, ſo würde das Gleichgewicht nicht beſtehen können, wenn nicht die Luftmaſſe an allen Seiten umher mit der äußern feſten Kugelfläche ABMNA umgeben wäre.

Macht man ſich ferner die Vorſtellung, daß der Halbmeſſer CA der äußerſten Kugelfläche ABMNA alſo mit ihm die Kugelfläche ſelbſt wachſe, ſo wird die eingeſchloſſene Luft ſo lange die höchſte Schicht noch einige Elaſticität behält, ſich in den wachſenden kugelförmigen Raum mit ausbreiten, bis endlich die Elaſticität der höchſten Luftſchicht unmerklich wird. Alsdenn bedarf es der äußerſten feſten Kugelfläche nicht weiter, um die Luftmaſſe beyſammen zu erhalten, vielmehr iſt nun alles für ſich im Gleichgewicht.

192. §.

Es giebt wirklich in der Natur eine elaſtiſche und ſchwere flüſſige Maſſe, die wir **Luft** nennen, die wir zwar nicht völlig ſo, wie andre körperliche Maſſen, vermittelſt des Geſichts wahrnehmen, von deren Daſeyn uns aber das Gefühl überzeugt: auch können andre Wirkungen dieſer Maſſe auf mancherley Art wahrgenommen werden. Wir ſind überall, wo wir uns auch befinden mögen, mit dieſer Luft umgeben, mit jedem Athemzuge ziehen wir Luft in die Bruſt, und ſtoßen ſie gleich nachher zur Naſe wieder heraus. Ohne zu athmen können weder Menſchen noch Thiere leben,

deswegen beweiſet dieſer einzige Umſtand ſchon, daß an allen Orten auf der Erde, auf den höchſten Bergen, die je von Menſchen erſtiegen ſind, und wo Thiere ihren Aufenthalt haben können, eben ſo, wie in den niedrigſten Thälern, Luft befindlich ſey. Iſt nun die Erde eine Kugel, ſo muß ſelbige überall mit Luft umgeben ſeyn, und die geſammte die Erde umgebende Luftmaſſe heißt die **Atmoſphäre**, oder der **Dunſtkreis**, weil ſie zugleich der Aufenthalt aller Dünſte iſt, die aus derſelben in Geſtalt des Regens, des Schnees und Hagels, des Nebels und Thaues gegen die Erde wieder herabfallen.

193. §.

Eine trockene Lammsblaſe kann man auf eine ſehr bekannte Art durch Hineinblaſen mit Luft füllen. Hat man nachher das offene Ende feſt zugebunden, ſo kann man zwar von außen mit der Hand in die Blaſe Gruben drücken: allein ſobald der Druck nachläßt, ſpringt der eingedruckte Theil zurück, die Grube verſchwindet, und die aufgeſchwollene Blaſe nimmt ihre Rundung wieder an. Der Erfolg iſt anders, wenn man die Blaſe vorher nicht verſchloſſen hat: wird alsdenn die Blaſe zuſammen gedruckt, ſo fährt nicht allein ein Theil der darin befindlichen Luft zur Oefnung heraus, ſondern die Blaſe behält auch, wenn der Druck nachläßt, die Figur, welche man ihr durchs Zuſammendrücken gegeben hatte. Die ſo augenſcheinliche Elaſticität der verſchloſſenen Bla-

ſe muß alſo eine Eigenſchaft der darin eingeſchloſſenen Luft ſeyn.

194. §.

Wofern überdem die Luft gegen den Mittelpunct der Erde ſchwer iſt, ſo wird es begreiflich, wie dieſelbe die ganze Erde umgeben könne, ohne wegen ihrer Elaſticiſtät ſich auszubreiten, und ſolchergeſtalt ſich von der Erde zu entfernen. Aeuſſert vielleicht die zunächſt an der Erdfläche befindliche Luft ſchon für ſich ohne weitere Zuſammenpreſſung, ein beſtändiges Beſtreben, ſich nach allen Seiten auszubreiten; ſo muß eine Urſache in der Natur vorhanden ſeyn, welche dieſe Ausbreitung hindert. Nimmt man an, daß die Luft wie alle andre Maſſen in der Natur ſchwer ſey, ſo wird begreiflich, daß eben darum die untere Luft, wenn ſie gleich ſich ſelbſt überlaſſen ſich weiter ausbreiten würde, vom Gewicht der obern Luft daran gehindert werde.

Wenn alſo nun KLS die Erdkugel vorſtellt, die von allen Seiten mit einer Luftmaſſe umgeben
27. iſt, welche ſich bis an die höchſte Gränze ABM er-
Fig. ſtreckt, ſo finden die kurz vorhin vorgetragenen Schlüſſe ihre Anwendung. Wer annimmt, daß die Luft, welche die Atmoſphäre ausmacht, beydes elaſtiſch und ſchwer ſey, der nimmt hiemit zugleich an, daß ihre Dichtigkeit und Federkraft in höhern Gegenden geringer ſey, als in niedrigern Gegenden. Ob nun dieſe ſo wie alle übrige Folgen, die aus dieſer Vorausſetzung flieſſen,

in der Natur wirklich ihre Anwendung finden, das müſſen richtig angeſtellte Erfahrungen entſcheiden.

Der X. Abſchnitt.

Vom Barometer und deſſen Gebrauch, um die Federkraft der Luft zu meſſen.

195. §.

Man hat einen ganz beſtimmten Begriff davon, wie groß der Druck der elaſtiſchen Luft gegen jede derſelben ausgeſetzte ebene Fläche ſey, wenn man weiß, wie groß die Höhe einer Waſſerſäule über der getruckten Ebene als einer Grundfläche ſeyn müßte, wenn ihr Gewicht dem Druck der Luft gleich wäre. Man ſtelle ſich vor AB ſey eine grade cylindriſche bey A und B offene 34. Fig.
lothrecht ſtehende Röhre, die unten bey B in einem Gefäß mit Waſſer ſtehet. In dieſer Röhre ſtecke ein überall genau anſchlieſſender Stempel KL, derſelbe befinde ſich anfangs ganz unten bey B, und werde nach und nach in die Höhe gezogen: ſo muß ſchon nach den Geſetzen des Gleichgewichts das Waſſer dem Stempel ſoweit folgen, bis es in der Röhre ſo hoch geſtiegen iſt, als es im Gefäße ſtehet. Weil überdem die elaſtiſche Luft auf die Waſſerfläche EF eben ſo drückt, als wenn noch über EF eine andere Waſſerſäule in einer gewiſſen Höhe ſtünde; ſo muß das Waſſer

in der Röhre dem hinauf rückenden Stempel noch weiter, aber doch nur ſo weit folgen, bis es in der Röhre von EF angerechnet eine Höhe erreicht hat, die ſo groß iſt, als die Höhe der Waſſerſäule, welche gegen EF eben ſo ſtark drücken würde, als die elaſtiſche Luft dagegen drückt. Das wäre alsdenn die der Elaſticität der Luft zugehörige Höhe.

Statt des Waſſers könnte jede andere flüſſige Maſſe dienen, allemal würde ſie dem Stempel, auch noch über EF hinaus folgen, bis ſie eine Höhe über EF erreicht hätte, ſo groß als die Höhe einer Säule von eben der flüſſigen Maſſe über EF ſeyn müßte, wenn ihr Gewicht dem Druck der elaſtiſchen Luft gegen EF gleich ſeyn ſollte. Die verſchiedenen Höhen, welche flüſſige Maſſen von verſchiedener Art ſolchergeſtalt erreichten, würden ſich gegen einander umgekehrt verhalten, wie die Dichtigkeiten oder ſpecifiſchen Schweren dieſer flüſſigen Maſſen. Die Höhe des Queckſilbers würde 14mal kleiner ausfallen, als die Höhe des Waſſers.

196. §.

Man fülle eine gläſerne Röhre, die an dem einem Ende verſchloſſen, und über 28 Pariſer Zoll lang iſt, mit Queckſilber, kehre ſie um, verſchlieſſe aber das offene Ende, indem man ſie um kehrt, mit dem Finger, ſetze darauf das offene Ende in ein Gefäß mit Queckſilber, und halte nun die Röhre grade aufrecht: ſo wird das Queckſilber in der Röhre zwar anfangs etwas herab

herab ſinken, bald darauf aber ohngefehr 28 Zoll hoch über der Oberfläche des Queckſilbers im Gefäß ſtehen bleiben. Der enge Raum in der Röhre, ſo weit ſie die Höhe von 28 Pariſer Zollen übertrifft, bleibt leer, wenn man den Anfang dieſer Höhe an der Stelle nimmt, welche die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäß bezeichnet. Zieht man die Röhre in lothrechter Stellung unten aus dem Queckſilber heraus, ſo fällt zwar gemeiniglich etwas von dem Queckſilber unten aus der Röhre weg, der gröſte Theil des Queckſilbers bleibt aber doch zurück, wofern die Röhre nicht vielleicht ſehr weit iſt. Die ſolchergeſtalt in der Röhre zuück bleibende Queckſilberſäule, deren Höhe alsdenn weniger als 28 Pariſer Zoll beträgt, ſteigt hiernächſt von ſelbſt in der Röhre wieder hinauf bis ans höchſte Ende der Röhre, und füllt zugleich den vorhin oben leer gebliebenen Raum wieder mit aus.

Dieſer Erfolg kann keiner andern Urſache, als der Federkraft der Luft zugeſchrieben werden, welche gegen die Fläche des Queckſilbers im Gefäß, und alsdenn, wenn die Röhre aus dem Queckſilber herausgezogen wird, auch von unten gegen die untere Fläche der in der Röhre hängenden Queckſilberſäule preßt. Die Federkraft der Luft iſt demnach ſo groß, daß ſie einer Queckſilberſäule von 28 Pariſer Zollen das Gleichgewicht halten kann; eine ſo hohe Säule bleibt auch in der Röhre hängen, wenn ſie eng genug iſt, und in lothrechter Stellung langſam aus dem Queckſilber

hinauf gezogen wird. Nur alsdenn, wenn die Röhre weit genug iſt, daß Luft und Queckſilber einander ausweichen können, fließt unten etwas Queckſilber heraus. Wenn die zurückbleibende nicht völlig 28 Zoll hohe Queckſilberſäule hiernächſt in die Höhe ſteigt, und in der Röhre den obern Raum einnimmt; ſo rührt dieſer Erfolg ebenfalls vom Druck der elaſtiſchen Luft gegen die untere Grundfläche dieſer Säule her, der nun gröſſer iſt, als das Gewicht einer nicht völlig 28 Zoll hohen Queckſilberſäule über dieſer Grundfläche.

197. §.

Weil 14mal 28 Zolle ſoviel als $32\frac{2}{3}$ Pariſer Fuſſe ausmachen, ſo folgt, daß die Federkraft der Luft einer 32 Fuß hohen Waſſerſäule das Gleichgewicht halten könne. Iſt eine mehr denn 32 Fuß hohe Röhre unten mit einem Hahn verſehen, ſo kann man ſie von oben, aus einem der obern Stockwerke eines Gebäudes, füllen, wenn ſie unten in einem Gefäß mit Waſſer ſteht. Wird hiernächſt die Röhre oben verſchloſſen, und unten der Hahn geöffnet, ſo lehrt die Erfahrung, daß das Waſſer wirklich etwa 32 Fuß hoch ſtehen bleibe. **Otto von Guericke**, der Erfinder der unter dem Namen der Luftpumpe in der Naturlehre ſehr merkwürdig gewordenen Maſchine, hat den Verſuch ſchon angeſtellet, und den Erfolg ganz richtig aus dem Druck der Luft erklärt. Man findet die Erzählung von der Veranlaſſung zu dieſem Verſuch, und vom Erfolg davon in den

Ex-

Experimentis Novis Magdeburgicis Lib. III. Cap. XIX. XX. pag. 96. ſqq. **Joh. Chriſtoph Sturm** ſetzte ſehr mühſam eine 36 Fuß hohe gläſerne Röhre aus mehrern kürzern Stücken zuſammen, verſtrich die Fugen mit Wachs und Pech, füllte hiernächſt die Röhre von oben mit Waſſer an und verſchloß darauf die obere Oeffnung mit einer Blaſe. Colleg. Exper. ſive Curioſum Norimb. 1676. Tentam. VII. pag. 40.) **Mariotte** im Traité du Mouvement des eaux II. Partie I. Diſcours pag. 91. 92. beſchreibt ebenfalls eine vom H. **Hubin** für ihn verfertigte Vorrichtung, um den Verſuch vermittelſt einer 40 Fuß hohen Glasröhre anzuſtellen. Herr Hofrath **Käſtner** hat den Verſuch zu Leipzig beym H. Prof. **Hauſen** geſehen. Mehrere ſtarke meſſingene Röhren waren an einander geſchroben, bis ſie die gehörige Länge erreichten, zwiſchen dieſen Stücken war um die Schrauben naſſes Leder gelegt, das Eindringen der Luft abzuhalten, und das oberſte Stück war eine gläſerne wie eine Glocke gebildete Röhre, um darin die Stelle, wo die Waſſerfläche ſtehen blieb, zu bemerken. (**Käſtners Anfangsgründe der angewandten Mathematik Aërom.** 31. §.) Nach dem Tode des Herrn Hauſen iſt die Maſchine an den Herrn Prof. **Winkler** gekommen, und jetzt iſt ſie, nebſt den übrigen phyſikaliſchen Inſtrumenten des Herrn D. **Ludwig**, aus deſſen Verlaſſenſchaft, für das churfürſtliche academiſche Muſäum zu Leipzig erkauft.

198. §.

Evangeliſta Toricellius ein berühmter Schüler vom **Galiläus a Galiläis**, dem Erfinder der Geſetze des Falles ſchwerer Körper, und der Schwungbewegungsgeſetze des einfachen Pendels, war der erſte, der den Verſuch mit der Röhre voll Queckſilber anſtellte, und daher kommt es, daß ſie den Namen der **Torricellianiſchen Röhre** erhalten hat, ſo wie der über dem Queckſilber befindliche leere Raum, wenn die Röhre über 28 Pariſer Zoll lang iſt, die **Torricellianiſche Leere** genannt wird. Die nähere Veranlaſſung zu den Unterſuchungen über die Urſache dieſes und des im vorigen §. beſchriebenen Erfolgs gab ein Gärtner zu Florenz, der vermittelſt einer gemeinen Waſſerpumpe, worin das Waſſer den Stempel nach den im 195. § erklärten Geſetzen folgen muß, höher als 18 Bauellen hoch heben wollte, welche $30\frac{3}{8}$ Pariſer Fuß betragen. Als ſolches nicht angieng, befragte er darüber den **Galiläus a Galiläis**, welcher aber die eigentliche Urſache noch nicht völlig richtig kannte.

Die Erfahrung lehrt, daß das Queckſilber nicht völlig in gleicher Höhe ſtehen bleibe, wenn man die gefüllte Torricellianiſche Röhre in dem Gefäß mit Queckſilber eine zeitlang unverrückt ſtehen läſſet: die ganze Aenderung aber, in der Höhe der Queckſilberſäule, wenn man auch an einerley Ort die Beobachtungen mehrere Jahre lang nacheinander fortſetzet, beträgt nicht über zwey bis drey Zolle. Beym Waſſerbarometer aber, wie man

man es nennen könnte, ſo wie **Guerike, Sturm, Mariotte, Hauſen** die Einrichtung gemacht hatten, konnte dieſe Aenderung mehr denn zwey Fuß betragen: daher kam es auch, daß **Guerike**, der ſeine hohe mit Waſſer gefüllte Röhre eine zeitlang ſtehen ließ, dieſe Aenderungen, welche mit der Waſſerhöhe vorgiengen, bald bemerkte.

199. §.

Die Torricelliſche Röhre hat nach der Zeit auch den Namen eines **Barometers** erhalten, ob ſie gleich nicht ſo unmittelbar das Gewicht der Luft zu finden dient, als ſie vielmehr ein **Maaß für die jedesmalige Elaſticität der Luft** abgiebt. Weil den Schlüſſen des 194. §. gemäß die untere Luft zunächſt an der Erdfläche vom Gewicht der obern Luftſchichten im zuſammengepreßten Zuſtande erhalten wird; ſo hat allerdings das Gewicht der Luft Antheil an der Urſache, warum das Queckſilber in der Torricelliſchen Röhre ohngefähr 28 Zoll hoch erhalten wird, und eben das hat den Namen: **Barometer**, veranlaſſet. Indeſſen iſt es richtiger, wenn man ſich gleich anfangs gewöhnt, dies Werkzeug als einen **Elaſticitätsmeſſer** für die Luft zu betrachten.

Der Name **Barometer** iſt für das Werkzeug keinesweges unſchicklich, indem es uns allerdings die abſolute Schwere einer Luftſäule angiebt, die mit der Queckſilberſäule in der trorricelliſchen Röhre gleiche Grundfläche und eine Höhe hat, die bis an die Grenzen der Atmoſphäre reicht. Den Namen

Wetterglas haben diejenigen dem Inſtrumente gegeben, welche mehr davon erwarten, als es ſeiner Natur nach zu leiſten vermag. G).

Um die Aenderungen in der Dichtigkeit, oder dem ſpecifiſchen Gewicht der Luft bemerklich zu machen, dient ein Werkzeug, das **Guerike** ſchon angegeben hat; wiewohl **Guerike** ſelbſt und **Boyle** die Eigenſchaften deſſelben von den Eigenſchaften des Barometers noch nicht hinlänglich unterſchieden haben. Boyle nennt es ein **ſtatiſches Barometer**, es hat aber nachher richtiger den Nahmen: **Manometer** erhalten. Man läßt eine hohle Kugel, aus dünn geſchlagenen Kupferblech verfertigen, die wenigſtens 1 Fuß im Durchmeſſer hat; die Fugen, wo das Kupferblech an einander gefüget wird, läßt man ſorgfältig verwahren, damit keine Luft hineindringen könne. Ueberdem wird die Kugel mit einem Ringe oder Haken verſehen, damit man ſie an dem einen Arm eines ſchnellen Wagebalkens aufhängen, und mit einem maſſiven Gegengewicht am andern Arm ins Gleichgewicht ſetzen könne. Dies Gegengewicht muß ein maſſives Stück von einer ſolchen Maſſe ſeyn, die ein anſehnliches ſpezifiſches Gewicht hat, damit daſſelbe einen in Vergleichung mit der Gröſſe der Kugel ſehr kleinen Raum einnehme. Nach den allgemeinen Geſetzen des Gleichgewichts der ſchweren flüſſigen und feſten Maſſen verliert die Kugel in der Luft an ihrem Gewicht ſoviel, als eine eben ſo groſe Menge Luft wiegt: (155. §.) ſie verliert alſo mehr als zu der Zeit, da man die

Ku-

Kugel mit dem Gegengewicht ins Gleichgewicht ſetzte, wenn die Luft dichter wird als ſie damals war, und weniger, wenn ſich die Dichtigkeit der Luſt vermindert. Im erſten Fall wird das Gegengewicht, im letzten Fall die Kugel das Uebergewicht erhalten. **Guerike** theilte die erſte Idee von einem ſolchen Werkzeuge im Jahr 1661 ſeinem damaligen fleiſſigen Correſponden-denten, Herrn **Caſpar Schotte** in Würzburg mit, der es in ſeiner Technica Curioſa Lib. I. Cap. 21. pag. 45 bekannt machte, woſelbſt auch pag. 47-58 zwey hieher gehörige Briefe von Guerikẽ abgedruckt ſind, worauf ſich Guerike ſelbſt beziehet in ſeinem eigenen ſpäter herausgegebenen Werke: Experimenta nova Magdeburgica Lib. III. Cap. XX. p. 100.

Wenn das Gegengewicht klein genug iſt, daß die Aenderungen in dem Gewicht einer eben ſo großen Menge Luft auf die Wage nicht merklich wirken können; ſo kann man finden, um wieviel ſich das Gewicht einer Menge Luft, die mit der Kugel einerley Raum füllt, geändert habe, wenn man durch zugelegte Gewichte das Gleichgewicht der Waage wieder herſtellet. Statt deſſen dient aber auch folgende Einrichtung. Oben an der Scheere, worin die Zunge des Wagebalkens ſpielt, wird ein Kreisbogen angebracht, deſſen Mittelpunkt in den Bewegungspunct des Wagebalkens fällt, ſo daß die Zunge ſelbſt einen beweglichen Halbmeſſer deſſelben abgiebt. Wenn dieſer Bogen in ſeine Grade und Minuten gehörig abgetheilt iſt, ſo daß der

der Anfang der Abtheilungen in die Verticallinie fällt, von der ſie nach beyden Seiten fortlaufen; ſo zeigt die Spitze der Zunge jedesmal die Gröſſe des Winkels, um welche ſie von der Verticallinie abweicht, und aus dieſem Winkel kann das Uebergewicht durch Rechnung gefunden werden, wenn die Abmeſſungen der Wage bekannt ſind. Sicherer aber findet man durch Verſuche, wie groß der Winkel ſey, um welchen die Zunge von der Verticallinie abweicht, wenn man ein kleines Gewicht auf der einen oder der andern Seite zulegt. Solcher Gewichte kann man nach und nach mehrere zulegen, und jedesmal bemerken, wie weit die Zunge abweicht, bis der gröſte Ausſchlag erfolgt, der vermuthlich ſtatt finden kann.

Um das maſſive Gewicht gegen die Kugel des Manometers deſto kleiner, und alſo das Werkzeug deſto empfindlicher zu machen, muß man zu der letztern eine ſolche Materie wählen, deren ſpecifiſches Gewicht nicht ſehr groß iſt. Am beſten ſchickt ſich dazu eine dünne hohle gläſerne Kugel, die rund um verſchloſſen iſt, daß nirgends Luft von außen in ſie dringen kann. Zum Gegengewicht hingegen muß man einen maßiven Körper von einem anſehnlichen ſpecifiſchen Gewichte nehmen, dergleichen das Bley iſt. Um das Werkzeug recht empfindlich und genau zu machen, hat Hr. de Fouchy eine Vorrichtung angegeben, die nebſt der Zeichnung im Lichtenbergiſchen Magazin für die Phyſ. B. III. St. 4. S. 93. im Ausz. mitgetheilt iſt. Er nennt es ein Daſymeter. G.

200. §.

Im Queckſilber Barometer läßt ſich die jedesmalige Höhe der Queckſilberſäule, welche mit dem

dem Druck der Luft im Gleichgewicht iſt, am bequemſten anmerken, wenn Röhre und Gefäß an einer in Zolle und Linien eingetheilten Tafel befeſtiget ſind, die man an einem Nagel oder Hacken aufhängen, und ſolchergeſtalt die Röhre in die verticale Stellung bringen kann. Die Glasmaſſe, woraus die hiezu dienlichen Röhren verfertiget ſind, läßt ſich an einem durch ſtarkes Hineinblaſen verſtärkten Lampenfeuer wie Siegellack ſchmelzen, alsdenn kann man das untere offene Ende der Röhre von B nach F aufwärts biegen, 35. Fig. ferner aus Glaſe ein Behältniß FG wie eine kleine Flaſche für das aus der Röhre tretende Queckſilber daran ſchmelzen, und ſolchergeſtalt des von der Röhre ſelbſt verſchiedenen Gefäßes entbehren. Wenn nun DE die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäß vorſtellet, und CD auf der Tafel eine horizontale Linie iſt, bey der die Abtheilung der Höhe CA in Zolle und Linien anfängt; ſo muß die Oberfläche des Queckſilbers dieſe Horizontallinie CD berühren, weil man die Höhe CH derjenigen Queckſilberſäule wiſſen will, welche mit der Federkraft der Luft im Gleichgewicht iſt. Wenn aber die Barometerröhre an der Tafel unbeweglich befeſtiget iſt, ſo bleibt die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäß um deßwillen ebenfalls nicht immer genau an einerley Stelle, weil es in der Röhre nicht immer gleich hoch ſtehen bleibt. Um alſo die jedesmalige Barometerhöhe genau zu erfahren, könnte man die Röhre an der Tafel ſo befeſtigen, daß ſie ſich an derſelben

ihrer länge nach verſchieben, und mittelſt einer Schraube höher und niedriger rücken lieſſe. Bey dieſer Einrichtung würde man leicht die Oberfläche des Queckſilbers an den Anfang der Abtheilung bringen. Wenn indeſſen das Behältniß FG im Durchmeſſer DE nur wenigſtens zehnmal weiter als die Röhre iſt, ſo beträgt die gröſzte Veränderung in der Höhe des Queckſilbers im Gefäß nie mehr, als höchſtens $\frac{2}{100}$ bis $\frac{3}{100}$ eines Zolles, weil die gröſte Veränderung in der Höhe des Queckſilbers in der Röhre höchſtens zwey bis drey Zoll ausmacht. Wird alſo bey dieſer Vorausſetzung die Fläche des Queckſilbers an den Anfang der Abtheilung gebracht, wenn es in der Röhre in der mittlern Höhe ſteht; ſo kann man die Röhre an der Tafel auch unbeweglich befeſtigen, ohne auf die Veränderung der Höhe des Queckſilbers im Gefäß Rückſicht zu nehmen. Denn es kann etwa nur um $\frac{3}{200}$ eines Zolles über den Anfang der Abtheilung hinauf ſteigen, oder unter denſelben fallen.

Man nennt ein ſolches Barometer ein Capſelbarometer. Es kann zwar dienen, um die gewöhnlichen Beobachtungen der Veränderungen des Drucks der Luft in einerley Höhe in der Atmoſphäre, oder an einem und eben demſelben Orte, zu machen; allein zu ganz genauen Beobachtungen und zu ſolchen Verſuchen, wobey das Fallen des Queckſilbers ſehr beträchtlich iſt, wie z. B. zur Beſtimmung ſehr verſchiedener Höhen, taugt es nicht, wenn nicht die Scale beweglich iſt, weil dieſe von der Oberfläche des Queckſilbers in der Kugel anzurechnen iſt. Herr de Luc gieng daher zu der erſtern einfachen

Ein-

Einrichtung dieſes Inſtruments wieder zurück, und zeigte, daß das heberförmige oder Heber-Barometer die wahre Höhe der Queckſilberſäule in der Torricelliſch n Röhre angebe, wenn man entweder von dem, um welches das Queckſilber in den längern Schenkel gefallen iſt, das abzieht, um welches es in den kürzern Schenkel ſtieg, oder zu dem, um welches es in den längern Schenkel ſtieg, das addirt, um welches es in den kürzern fiel. Es wird zu dem Ende eine gleich weite, mit Queckſilber gehörig und und nach den Regeln der Kunſt gefüllte und am offenen Ende wieder nach oben gekrümmte, gläſerne Röhre von der ſchicklichen Länge auf einem Bret befeſtigt. Beyde Schenkel müſſen neben einander parallel ſtehen. Man bringt dann entweder von unten an der äußerſten Krümmung beyder Röhren bis nach oben zu die Eintheilung oder Scale auf dem Brette in Pariſer Zollen, Linien und auch wohl Viertellinien an; oder welches noch bequemer iſt, man ziehet etwa in der Mitte der längern Röhre eine Horizontallinie, trägt oberhalb und unterhalb derſelben jene Eintheilungen auf, und bezeichnet ſie von dieſer Linie an hinaufwärts an den längern und herabwärts an den kürzern Schenkel. Bey der erſtern Einrichtung der Scale zieht man, um die wahre Höhe des Barometerſtandes zu finden, die Höhe des Queckſilbers in dem kürzern Schenkel von der Höhe deſſelben im längern Schenkel ab; bey der andern addirt man den jedesmaligen Stand des Queckſilbers in beyden Schenkeln mit einander. — Es verſteht ſich aber von ſelbſt, daß die Durchmeſſer beyder Schenkel genau von gleicher Weite ſeyn müſſen.

Seit der Zeit, da man das Barometer als ein Wetterglas betrachtete, aus deſſen Steigen und Fallen man auf die Beſchaffenheit der Witterungen ſchließen könne, ſuchte man auch die Veränderungen deſſelben recht auffallend zu machen, und brachte deswe-

wegen allerley Künſteleyen an. Ich merke hier nur das Huygenſche Doppelbarometer, das Hookſche Radbarometer, das Morlandſche ſchiefliegende und das Bernoulliſch rechtwinklichte Barometer. Dieſe Einrichtungen können aber nur für Perſonen dienen, welche bloß deswegen Beobachtungen damit anſtellen, um ſagen zu können: das Barometer iſt gefallen und geſtiegen; allein zu genauen Bemerkungen der Veränderung des Drucks der Luft leiſten ſie die gehofften Vortheile nicht; denn der verwickelte Einfluß der Wärme und Kälte läßt ſich dabey nicht durch Rechnungen berichtigen, und die vermehrte Friction der Flüſſigkeiten darin, macht ein ſolches Barometer für kleine Veränderungen ſogar unempfindlicher, die man denn doch auch an den einfachſten heberförmigen, noch recht gut wahrnehmen kann. Eine weitläufigere Nachricht von den mancherley Einrichtungen des Barometers findet man in des Herrn de Luc's Unterſuchungen über die Atmoſphäre und die zu Abmeſſungen ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge. Th. I. Leipz. 1776. 8. Cap. II. und Herrn Gehlers phyſikaliſchen Wörterbuch. Leipz. 1787. 8. Th. I. Art. Barometer. G.

201. §.

Wenn man einen Berg hinan ſteigt, und ein Barometer mitnimmt, deſſen Höhe man am Fuß des Berges genau bemerkt hat; ſo muß die Queckſilberſäule, welche dem Druck der Luft das Gleichgewicht hält, deſto mehr an Höhe abnehmen, je höher man den Berg hinauf kommt. Das muß wenigſtens der Erfolg ſeyn, wofern die im 193. §. angenommenen Vorausſetzungen ihre Richtigkeit haben. Bald nachdem das Barometer bekannt geworden war, im Jahr 1643, haben die Herren Paſ-

Paſcal und Perrier hierüber die erſten Beobachtungen gemacht. H. Perrier nahm ein Barometer mit ſich auf den Berg Puy de Dome bey Clermont in Auvergne, deſſen Höhe er unten in einem nach Clermont gehörigen Garten von 26 Zoll $3\frac{1}{2}$ Lin. beobachtet hatte. In einer gröſſern Höhe von etwa $\frac{1}{3}$ der Schräge des Berges war die Barometerhöhe 25 Zoll, und oben auf dem Gipfel, deſſen Höhe auf 500 Toiſen geſchätzt wird, war ſie nur 23 Zoll 2 Linien. Nach der Zeit ſind dergleichen Beobachtungen von andern ſehr oft wiederhohlt worden, und es werden im folgenden noch mehrere Veranlaſſungen vorkommen, der hieher gehörigen neuern Beobachtungen zu erwehnen.

Bald nach Erfindung des Barometers durch Torricelli (1643) hatte Pascal den Gedanken, daß die Höhe der Queckſilberſäule im Barometer abnehmen müßte, wenn man in der Atmoſphäre höher hinaufkäme. Er meldete dieſe Muthmaßung im Jahr. 1647 ſeinem Schwager Perrier zu Clermont in Auvergne (Traité de l' equilibre des liqueurs et de la peſanteur de la maſſe de l' air, par Mr. *Paſcal*. à Paris. 1698. S. 171), der den Verſuch auch nach Pascals Vorſchlägen ausführte (am 19 Sept. 1648), und deſſen Muthmaßung beſtätigt fand. So wurde das Barometer ſchon ſehr früh zu einem Mittel beſtimmt, vielleicht dadurch die Höhe eines Ortes über den andern angeben zu können. Die Geſchichte der Verſuche, Höhen durchs Barometer zu meſſen, und die Regeln, nach welchen man aus dem Unterſchiede der Barometerhöhen die Differenz der Höhen zweyer Oerter beſtimmt, ſind in des Herrn de Luc's angeführten Werke über die Atmoſphäre Th. I. Abth. . Cap. IV u. Th. II. Abth IV., ingleichen in Herrn Hofrath Käſtners Abhand-

handlung über die Höhenmeſſungen mit dem Barometer, welche ſeinen Anmerkungen über die Markſcheidekunſt. Göttingen 1775. 8. als Anhang beygefügt iſt, weiter nach zu leſen. Herrn de Luc's Methode, die Höhen durchs Barometer zu meſſen, gründet ſich auf die Regel des Mariotte und Halley, daß die Dichtigkeit der Luft dem zuſammendrückenden Gewichte proportional ſey, aus welcher vermittelſt einer leichten Integralrechnung eine andere Regel hergeleitet wird: daß die Unterſchiede der Höhen der Oerter ſich wie die Differenzen der Logarithmen der Barometerſtände verhalten, welche an ihnen beobachtet worden ſind. Um dieſe Proportion in Form einer Gleichung zu bringen, muß ein unveränderlicher Coëffizient aus dem als bekannt angenommenen Verhältniße der Dichte der Luft und des Queckſilbers beſtimmt werden. Dieſen Coëfficienten hat man ſehr nahe an 10000 gefunden, wenn man die Höhen durch franzöſiſche Toiſen ausdrückt. Der Unterſchied der Briggiſchen Logarithmen der Barometerſtände mit 10000 multiplicirt giebt alſo die Erhöhung des einen über den andern Ort der Beobachtungen in franzöſiſchen Toiſen; oder: bey einer beſtimmten Temperatur der Luft geben die Differenzen der Logarithmen der Barometerhöhen unmittelbar den Unterſchied der Höhen der Beobachtungsorte in Tauſendtheilchen einer franzöſiſchen Toiſe. Man drucke alſo den beobachteten Barometerſtand an den Orten, deren Unterſchied in der Höhe man finden will, in Linien oder in Zehntheilchen von Linien aus; die Logarithmen dieſe Zahlen ziehe man von einander ab, und multiplicire den Unterſchied der Logarithmen durch 10000, ſo hat man den Unterſchied beyder Oerter in Pariſer Toiſen. Herr de Luc hat beſonders noch die durch jene Regel gefundene Höhen nach dem Einfluß der Wärme aus den Thermometerſtande an den Beobachtungsorte zu verbeſſern geſucht,

wovon in der Folge noch das Nöthige vorkommen wird. — Mehrere hieher gehörige Beobachtungen und Verſuche hat Herr von Saußure angeſtellt, und in ſeinen ſchätzbaren Reiſen durch die Alpen, wovon jetzt 4 Theile überſetzt erſchienen ſind (Leipz. 1781 bis 1788. 8) erzählt. Wichtige Erinnerungen gegen Herrn de Luc's Berichtigungen des Barometerſtandes wegen der Wärme hat Herr Trembly gemacht, welche dem IV Theile der erwähnten Reiſen unter den Titel: Analyſis einiger Verſuche, welche in Rückſicht der Höhenbeſtimmung vermittelſt des Barometers gemacht worden, angehängt ſind. — Eine Hauptſchwierigkeit bey den Höhenmeſſungen durchs Barometer mögte ſich wohl ſchwerlich heben laſſen, daß nehmlich bey ſehr beträchtlichen Unterſchieden der Höhen zweyer Oerter, die gleichzeitigen Veränderungen des Barometerſtandes den mittlern Höhen der Queckſilberſäulen an dieſen Orten nicht proportional ſind. G.

202. §.

Weiß man, wie ſchwer ein Cubicfuß oder ein Cubiczoll Queckſilber nach demjenigen Maaße ſey, was man bey der Eintheilung der Tafel des Barometers gebraucht hat; ſo kann man leicht für jede beobachtete Barometerhöhe finden, wie ſtark die Luft auf jede gegebene Fläche drücke. Weil nicht alles Queckſilber einerley ſpecifiſches Gewicht hat, ſo müßte man eigentlich, wenn völlig genau verfahren werden ſollte, das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers beſonders ſuchen, womit man ſeine Barometerröhre zu füllen willens iſt. Hier kann es als eine Vorbereitung zur richtigen Beurtheilung einiger bald näher zu beſchreibenden merwürdigen Verſuche genügen, wenn man in

runden nur beynahe zutreffenden Zahlen einen Ueberſchlag zu machen weiß, wie ſtark die Luft wegen ihrer Federkraft gegen eine Fläche von bekannter Gröſſe drücke. Ein Pariſer Cubicfuß Waſſer wiegt $70\frac{1}{2}$ Pfund im Pariſer Markgewicht (161. §.) Wenn alſo die Röhre mit ganz reinem Queckſilber gefüllt iſt, das 14mal ſchwerer iſt als Waſſer; ſo wiegt ein Cubicfuß Queckſilber in eben dem Maaß und Gewicht 987 Pfund. Stehet demnach das Barometer 28 Pariſer Zoll hoch, ſo beträgt der Druck der Luft gegen die Fläche eines Pariſer Quadratfuſſes $2\frac{1}{3}$ mal 987 Pfund, alſo 2303 Pfund; gegen die Fläche eines Quadratzolles 16 Pfund, und gegen eine Kreisfläche von 1 Zoll im Durchmeſſer $\frac{11}{14}$. 16 ℔ oder $12\frac{4}{7}$ ℔. Dieſe $12\frac{4}{7}$ ℔ Pariſer Gewicht betragen ſehr nahe $12\frac{1}{2}$ ℔ Holl. Troy Gewicht, und $13\frac{1}{6}$ ℔ im Cöllniſchen Gewicht. Stehet das Barometer nur 27 Pariſer Zoll hoch, ſo iſt der Druck der Luft um den 28ſten Theil, alſo gegen die Fläche eines Quadratfußes um 82 ℔ geringer.

203. §.

Die Gröſſe der Federkraft einer Luftmaſſe, wenn ſie in einem Raum von beſtimmter Gröſſe eingeſchloſſen iſt, hängt von ihrer Dichtigkeit, und überdem auch davon ab, ob ſie mehr oder weniger warm iſt. Eine feſt zugebundene Lammsblaſe, worin nur wenig Luft iſt, ſchwillt auf, wenn man ſie einem Kohlfeuer nähert, und auf allen

Sei-

Seiten nach und nach erwärmt. Sie zerſpringt, wenn man ſie, ohne ſie zu verbrennen, ſtark erhitzet, und Luft genug darin vorhanden iſt. Demnach hat einerley Luftmaſſe bey gleicher Dichtigkeit in einerley Raum mehr Federkraft, wenn ſie mehr erwärmt, und weniger Federkraft, wenn ſie weniger erwärmt iſt. Was alſo im 193. §. vom Zuſtande des Gleichgewichts der atmoſphäriſchen Luft iſt feſtgeſetzt worden, gilt nur ſo lange, als die ganze Luftmaſſe durchgängig gleich warm iſt.

Die Verſuche haben ferner gelehrt, daß die Federkraft gleich warmer und ungleich dichter Luftmaſſen ſich ſehr nahe eben ſo, wie ihre Dichtigkeit verhalte, ſowohl wenn die Luft in dem Zuſtande, worin ſie ſich nahe an der Erdfläche befindet, etwas mehr zuſammen gepreßt wird, als auch, wenn ſie ſich in einen gröſſern Raum ausbreitet, und ihre Dichtigkeit kleiner wird. Herr **Mariotte** hat im Diſcours de la Nature de l'Air 1676, und nachher im Traité du mouvement des eaux II. Partie, II. Diſcours pag. 165. Paris 1686 dies Geſetz, nach welchem Dichtigkeit und Federkraft der Luft von einander ſo lange abhängen, als die Verdünnung, oder Verdichtung nicht gewiſſe Gränzen überſchreitet, durch Verſuche beſtätiget. Es heißt daher gewöhnlich das Mariottiſche Geſetz der Dichtigkeiten der Luft, obgleich auch **Boyle** ſchon vorher auf eben dies Geſetz verfallen war, und es durch Verſuche beſtättiget hatte. H. **Bouguer** hat den Verſuch

auch in ſolchen Höhen angeſtellet, wo die Luft viel dünner iſt, als unten an der Erdfläche, auf Bergen in Höhen von 2400 Toiſen, wo das Barometer nur 15 Zoll hoch ſtand, und der Erfolg iſt allemal derſelbe geweſen. M. ſ. die Memoires de l'Acad. de Paris A. 1753. *Bouguer* Figure de la Terre, Introd Rela ion Abregée du voyage au Perou, pag. XXXIX.

204. §.

Um einen in mehr als einer Abſicht lehrreichen Verſuch anzuſtellen, deſſen Erfolg nicht allein von der Elaſticität der Luft, ſondern auch zugleich von der im 127. §. feſtgeſetzten Eigenſchaft der flüſſigen Maſſen überhaupt abhängt, läßt man folgende Einrichtung machen. Eine kleine gewöhnlich aus emaillirten Glaſe verfertigte Puppe muß inwendig hohl, und dabey mit einer kleinen Oefnung verſehen ſeyn, damit durch dieſelbe in die Höhlung Waſſer hineindringen und wieder herausflieſſen kann. In ſolcher Abſicht wird auch wohl eine kleine und dabey nur ſehr enge gläſerne etwas krumm gebogene Röhre dran geſchmolzen. Dieſe Puppe wird nur etwa zur Hälfte, oder etwas darüber mit Waſſer angefüllet, damit ſie doch noch im ganzen etwas leichter bleibe, als eine eben ſo große Menge Waſſer, und eben darum auf dem Waſſer ſchwimme. Man bringt ſie hiernächſt in ein etwas hohes mit Waſſer angefülltes Glas, ſpannt alsdenn oben über der Oefnung des Glaſes eine Blaſe aus, und befeſtiget ſie mit

Bind-

Bindfaden. Am beſten iſt es, wenn man es dahin bringen kann, daß oben über dem Waſſer keine Luft unter der Blaſe bleibt: indeſſen ſchadet eine kleine Luftblaſe eben nicht.

Wenn man mit dem Daumen gegen die ausgeſpannte Blaſe, und ſolchergeſtalt, weil die Blaſe nachgiebt, zugleich gegen das im Glaſe befindliche Waſſer drückt, ſo pflanzt ſich dem 127. §. gemäß dieſer Druck durch die ganze Waſſermaſſe fort, mithin auch durch die in der Puppe befindliche Oefnung gegen die in ihrer Höhlung eingeſchloſſene Luft. Dieſe wird dadurch zuſammengedruckt, und es dringt nun etwas mehr Waſſer in die Puppe hinein. Dieſemnach wird ſie ſchwerer als vorher, und ſelbige ſinkt zu Boden, ſobald ihr Gewicht im ganzen anfängt gröſſer zu werden, als das Gewicht einer eben ſo groſſen Menge Waſſer. Sobald hiernächſt der Druck gegen die Blaſe nachläßt, ſobald treibt auch die in der Puppe eingeſchloſſene Luft, deren Federkraft wegen ihrer durch dieſen Druck vermehrten Dichtigkeit gröſſer geworden war, einen Theil des hineingetretenen Waſſers wieder heraus, und die Puppe ſteigt im Waſſer in die Höhe: ſobald ſie anfängt leichter zu werden, als eine eben ſo groſſe Menge Waſſer. Herr von Wolff nennt die ſo verfertigten Puppen ſehr richtig Täucherlein weil ſie ſich, wenn man will, im Waſſer untertauchen, und wieder hervorkommen. M. ſ. den zweyten Theil der Nützlichen Verſuche im II. Cap. im 16 §. 30. S. Bey andern phyſiſchen Schrift-

Schriftſtellern kommen ſie unter dem Namen der Carteſianiſchen Teufel vor.

205. §.

Weil das Täucherlein nur eine ſehr enge Oefnung hat, oder vielleicht mit einer engen Röhre verſehen iſt, worin Luft und Waſſer einander nicht ausweichen können: ſo würde man ſchwerlich Waſſer hineinbringen, wenn man nicht durch Erwärmung oder ſonſt auf andre Art es dahin brächte, daß ein Theil der in der Höhlung befindlichen Luft heraus treten müßte. Die noch darin zurück gebliebene verdünnte Luft hält ſo lange ſie warm iſt, wegen ihrer verſtärkten Elaſticität, (203. §.) mit der äuſſern kältern Luft das Gleichgewicht. Wenn ſie aber wieder kalt wird, ſo vermindert ſich auch ihre Federkraft, und die äuſſere Luft dringt alsdenn in die Oefnung, wofern ſonſt nichts im Wege iſt, wieder hinein. Hat man aber das Täucherlein, da es noch warm war, in ein Gefäß mit Waſſer ſo gelegt, daß die Oefnung ſich nun unter der Waſſerfläche befindet; ſo muß ſtatt der äuſſern Luft durch die Oefnung Waſſer in das Täucherlein treten, weil die äuſſere Luft auf die Waſſerfläche drückt, und dieſer Druck ſich durch die Waſſermaſſe bis in die Höhlung des Täucherleins fortpflanzt.

Auch in andern Fällen, wenn Gefäſſe mit einer engen Oefnung verſehen ſind, kann man auf ähnliche Art Waſſer oder andre flüſſige Maſſen hineinbringen: jedoch muß man dabey die nöthi-

ge Vorſicht brauchen, welche vielleicht die Beſchaffenheit der Materie, woraus das Gefäß beſtehet, erfordert. Erhitztes Glas zerſpringt leicht, wenn es naß wird, am allerwenigſten verträgt es kaltes Waſſer. Eine mäſſige Erwärmung des Täucherleins genügt indeſſen ſchon, um ſo viel Waſſer als nöthig iſt, hinein zu bringen, welches man um die Beſchädigung des Täucherleins zu verhüten, ebenfalls erwärmen kann. Kann man aus einem ſolchen Gefäß, wenn es ſich vielleicht in eine enge Röhre endiget, dergleichen auch wohl an dem Täucherlein angeſchmolzen wird, mit dem Munde etwas Luft herausſaugen, und ſolchergeſtalt die darin befindliche Luft verdünnen; ſo wird die Atmoſphäre ſtatt der herausgeſogenen Luft etwas Waſſer hineindrücken, wenn man die Oefnung der Röhre gleich nach dem Ausſaugen ſchnell genug ins Waſſer ſteckt, ehe noch ſoviele atmoſphäriſche Luft wieder hineindringen kann, als man ausgeſogen hatte.

Der XI. Abſchnitt.

Beſchreibung der Luftpumpe, und einiger Verſuche, welche die Elaſticität und Schwere der Luft beweiſen.

206. §.

Die vormals von den Ariſtoteliſchen Philoſophen faſt allgemein behauptete Lehre, daß in

in der Natur kein leerer Raum möglich ſey, hat die nähere Veranlaſſung dazu gegeben, daß der ehemahlige Magdeburgiſche Bürgermeiſter und Churbrandenburgiſche Rath, Herr Otto von Guerike, auf den Gedanken kam, in einem gegen den Zugang der Luft hinlänglich verwahrten Gefäße einen luftleeren Raum zuwege zu bringen. Nach einigen vergeblichen Verſuchen erreichte er wirklich ſeine Abſicht, und machte vermittelſt einer groſſen Spritze eine groſſe kupferne Kugel von Luft leer. Bald nachher aber erſann er eine eigene zu dieſer Abſicht bequemere Maſchine, die er ſchon Luftpumpe (antlia pneumatica) nannte, und ſtellte damit im Jahr 1654 einige vornemlich zu der damaligen Zeit ſehr merkwürdige Verſuche öffentlich zu Regensburg an, woſelbſt er ſich damals öffentlicher Geſchäfte halber aufhielte. Selbſt der Kayſer Ferdinand III, und mehrere deutſche Reichsfürſten waren dabey zugegen Dem Churfürſten von Maynz und Biſchof von Würzburg, Johann Philipp, machten dieſe Verſuche ſoviel Vergnügen, daß er von Gueriken verlangte, ihm ähnliche zu den Verſuchen nöthige Inſtrumente verfertigen zu laſſen. Wegen Kürze der Zeit aber konnten vor des Churfürſten Abreiſe von Regensburg keine neue Inſtrumente fertig werden: daher kam es, daß Guerike ſeine nach Regensburg mitgenommenen Inſtrumente dem Churfürſten überließ, der ſie mit nach Würzburg nahm. Solchergeſtalt lernte auch der damalige Profeſſor der Mathematik zu Würzburg,

Caſpar

Caſpar Schott, dieſe Inſtrumente kennen. Derſelbe machte die Verſuche nach und fing mit Guericken, um ſich davon vollſtändig belehren zu laſſen, einen Briefwechſel darüber an. Als hierauf Caſpar Schott im Jahr 1657. das ſo betitelte Werk: Ars mechanico-hydraulico-pneumatica herausgab, fügte er demſelben eine Beſchreibung der Guerikiſchen Verſuche bey. Jenem Werk folgte im Jahr 1664 ein anders unter dem Titel: Technica Curioſa, worin ebenfalls die Guerikiſchen Verſuche im I Buch unter dem Titel: Mirabilia Magdeburgica, beſchrieben wurden Schon aus dem zuerſt genannten Werk hatte ſie Robert Boyle kennen gelernt, der bald nachher dieſe Erfindung in Engelland mit einigen Veränderungen weiter bekannt machte.

207. §.

Bey einer jeden Luftpumpe, die übrige Einrichtung mag ſo verſchieden ſeyn, als man will, kommt die Hauptſache auf folgende Theile und ihre geſchickte Verbindung unter einander an. Zwey Gefäße müſſen vermittelſt einer Röhre ſo zuſammen hängen, daß die Luft aus dem einen in das anderr treten kann. Das eine muß ſo eingerichtet ſeyn, daß der innere Raum deſſelben, welcher mit dem andern vermittelſt der Röhre zuſammenhängt, nach Gefallen gröſſer oder kleiner gemacht werden kann, ohne daß die äuſſere Luft Eingang finde Wofern die Luft wirklich elaſtiſch iſt, ſo wird diejenige, welche vor der Ver-

grö-

größſerung des innern Raums im Gefäß derſelben anfüllte, ſich nun in den erweiterten Raum dieſes Gefäßes ausbreiten. Das wird den Erfolg haben, daß mit der Dichtigkeit auch die Federkraft der in dieſem Gefäß eingeſchloſſenen Luft geringer wird, als die Dichtigkeit und Federkraft der in dem andern Gefäß befindlichen Luft: alſo wird das Gleichgewicht gehoben, und ein Theil der in dem andern Gefäß befindlichen Luft dringt in das erſte ſo lange hinein, bis das Gleichgewicht hergeſtellt iſt.

208. §.

36. Fig. Wenn ein ſtarker metallener Cylinder ABCD ſoviel möglich grade durchbohrt iſt, ſo daß auch die innere Höhlung die Geſtalt eines graden Cylinders, und mit dem vorigen einerley Axe hat: wenn ferner ein Stempel EF in dem hohlen Cylinder genau paſſet, und derſelbe mit der Stange FG ſo verbunden iſt, daß er mit Hülfe derſelben in dem Cylinder vor- und rückwärts geſchoben werden kann: ſo dient derſelbe ſtatt des einen Gefäßes, deſſen Raum ſich erweitern läſſet, um die alsdenn aus dem andern Gefäße heraus tretende Luft aufzunehmen. Es ſey nemlich der Boden des Cylinders bey X durchbohrt, und derſelbe vermitelſt der Röhre XMNO mit einem andern verſchloſſenen Gefäß KL, welches jede willkührliche Geſtalt haben kann, in Verbindung gebracht. Wenn nun der Stempel EF anfangs am Boden AB des Cylinders ſoviel möglich genau anſchließt, damit keine,

ne, oder doch nur ſehr wenige Luft zwiſchen beyden verſteckt ſeyn könne, hiernächſt aber dieſer Stempel nach CD zurück gezogen wird; ſo entſteht zwiſchen dem Boden des Cylinders und dem Stempel ein luftleerer Raum, oder die etwa noch dazwiſchen befindlich geweſene Luft breitet ſich doch in einem weit gröſſern Raum aus, ihre Federkraft wird ſchwächer, und verſtattet einem Theil der Luft aus dem bey O mit der Röhre verbundenen Gefäß den Eingang. Solchergeſtalt iſt nun in KL Luft von geringerer Dichtigkeit als vorher enthalten, und wenn dies Gefäß aus Glaſe beſtehet, ſo kann man ſehen, was in der verdünnten Luft vorgehet.

209. §.

Wofern die ſo verdünnte Luft noch elaſtiſch bleibt, ſo würde ein wiederhohlter Stempelzug aus dem Gefäß KL von neuen einen Theil der darin zurückgebliebenen Luft wegnehmen: nur müßte man alles ſo einrichten können, daß die beym erſten Stempelzuge hineingetretene Luft aus dem Cylinder weg in die auſſerhalb beyder Gefäße umher befindliche freye Luft zu weichen genöthiget würde, wenn der Stempel EF gegen den Boden AB zurück geſchoben wird. Das läßt ſich zuwege bringen, wenn an der Stelle gleich unterhalb der Oeffnung X, wo der Boden des Cylinders mit der Verbindungsröhre zuſammenhängt, ein Wirbel H oder Hahn mit einem coniſchen Zapfen angebracht wird, der die Oefnung im Boden des 36. Fig.

Cy-

Cylinders ſchließt. Dieſer Zapfen wird mit zweyen auf verſchiedene Art gebohrten von einander abgeſonderten Oefnungen verſehen, damit man ihn das eine mal ſo ſtellen könne, daß der Weg zwiſchen dem Cylinder und der Röhre durch den Hahn offen, und gegen den Zugang der Luft alles verſchloſſen iſt, das andre mal durch Umdrehung um die Axe des Zapfens aber ſo, daß ein Weg aus dem Cylinder durch dieſen Hahn in die freye Luft geöfnet wird, etwa ſo, wie es die punctirte Linie von X nach H vorſtellet. Indem nun der Stempel vom Boden des Cylinders weggezogen wird, muß der Wirbel die erſte Stellung haben, vor dem Rückzuge des Stempels aber bringt man ihn in die andere Stellung: ſo geht nun beym Rückznge die vorher in den Stempel hinein getretene Luft wieder heraus in die freye Luft. Dieſe Züge und Rückzüge können ſo oft man will, wiederhohlt werden, da dann jeder Zug etwas Luft aus dem Gefäß KL wegnehmen muß, ſo lange die darin zurück gebliebene Luft noch elaſtiſch bleibt.

210. §.

Statt des Hahnen dienen auch, eben die Abſicht zu erreichen, ein Paar Klappen, oder ſo genannte Ventile, die ſo eingerichtet ſind, daß ein Druck von der einen Seite die Klappe öfnet, ein Druck von der andern Seite aber ſie nur deſto feſter verſchließet. Das eine von dieſen Ventilen muß im Boden des Cylnders vor der daſelbſt befindlichen Oefnung ſo liegen, daß die im Gefäß

KL

KL und der Verbindungsröhre befindliche Luft, wenn der Stempel vom Boden weggezogen wird, vermöge ihrer Elaſticität daſſelbe öfnen, und ein Theil davon hindurch in den Cylinder treten kann. Das andre Ventil liegt alsdenn vor einer im Stempel befindlichen Oefnung ſo, daß die äuſſere Luft es bey jedem Stempelzuge zudrückt, beym Rückwege aber die im Cylinder befindliche Luft es öffnet und hindurch in die äuſſere Luft fährt, wenn ihr zugleich das Ventil im Boden des Cylinders den Rückzug verſchließt. Statt eines ſolchen Ventils im Stempel könnte auch eines ſeitwärts am Cylinder nahe beym Boden angebracht ſeyn, welches die äuſſere Luft bey jedem Stempelzuge zudrückt, die in den Cylinder hinein getretene Luft aber beym Rückzuge öfnet.

211. §.

Außer dieſer zweckmäßigen Anordnung des Cylinders entweder mit dem Hahn, oder mit den Ventilen, kommt es noch auf die Einrichtung des Gefäßes KL und die Verbindung deſſelben mit der Röhre an. Guerike brauchte dazu einen gläſernen Recipienten mit einem engen Halſe und einer daran befindlichen metallenen Einfaſſung mit einer Schraube, um den Hals der Recipienten, vermittelſt derſelben an das Ende der Röhre O anzuſchrauben. Auch war der Hals mit einem beſondern Hahn verſehen, um der Luft den Rückweg zu verſperren, wenn man den ausgeleerten Recipienten, von der Pumpe wegnehmen will, um

andre

andre Verſuche damit zu machen. Boyle behielt den Recipienten mit dem engen Halſe bey, aber Huygen ließ für die Academie der Wiſſenſchaften in Paris eine Luftpumpe verfertigen, und ſtatt des Recipienten eine andre Einrichtung machen, die man wegen ihrer Bequemlichkeit bey allen neuern Luftpumpen beybehalten hat. Dionyſius Pappinus hat davon in einer Schrift unter dem Titel: Nouvelles experiences du vuide Paris 1674, zuerſt die nähere Beſchreibung gegeben.

Am obern Ende O der aufwärts gebogenen Verbindungsröhre wird ein Metallener recht eben abgeſchliffener Teller feſtgeſchroben, ſo daß das Ende der Röhre durch die Mitte des Tellers hindurch gehet. Auf den Teller legt man alsdenn ein Stück naſſes nicht gar zu dickes Leder, in deſſen Mitte ein Loch geſchnitten iſt, um die Oeffnung O frey zu laſſen, und oben drüber ſetzt man eine gläſerne Glocke. Der untere Rand der Glocke muß eben abgeſchliffen ſeyn, damit ſie an den Teller gut anſchließt, und den völligen Schluß bringt man durch das naſſe Leder zuwege, wenn man beym Anfang des Ausleerens die Glocke etwas an den Teller andrückt. Sobald nur einige Züge mit gutem Erfolge geſchehen ſind, drückt die äuſſere Luft von ſelbſt die Glocke an den Teller feſte genug an. Bey ſolchen Verſuchen, wo man die Näſſe des Bodens vermeiden muß, bedient man ſich ſtatt des Leders einer guten Kütte.

Unter die Glocke kann man nun allerley Sachen legen, um zu beobachten, was in der verdünn-

dünnten Luft damit vorgehet. Damit man auch in dem Raum unter der Glocke, nachdem die Luft daſelbſt möglichſt verdünnt worden, allerley Bewegungen hervorbringen könne, muß man ſich mit einer oder der andern beſonders dazu eingerichteten Glocke verſehen. Durch die obere Wölbung einer ſolchen Glocke ſteckt alsdenn ein hinlänglich ſtarker Drat, der zwar beweglich iſt, aber doch ſo, daß durch die Fuge um ihn herum keine Luft dringen kann. Eine oben offene Glocke, oder gläſerner Cylinder dient zu eben der Abſicht, wenn man die Oefnung oben mit einem Deckel verſchlieſſen kann, durch deſſen Mitte der bewegliche Drat ſteckt.

22. §

Der Stempel muß am innern Umfange des Cylinders allenthalben genau anſchlieſſen, und doch ohne zu große Schwierigkeit hin und her beweglich bleiben. Anfangs machte man den Stempel aus mehrern über einander gelegten ledernen Scheiben, die vermittelſt zweyer metallenen etwas kleinern Scheiben zuſammen geſchroben wurden. Jetzt nimmt man anſtatt der ledernen Scheiben am liebſten ein cylindriſches Stück Korkholz, und um daſſelbe wird ein in Fett oder Oehl getränktes Leder gelegt, um das ſtarke Reiben zu vermindern. Um endlich noch die Bewegung dieſes Stempels zu erleichtern, brachte Guericke an ſeiner verbeſſerten Luftpumpe eine eiſerne Heb- oder Zugſtange an. Bey ſeiner erſten Pumpe ward die Stempelſtange unmittelbar mit den

Händen angegriffen, weshalb auch am Ende der Stange ein Querſtück angebracht war. **Boyle** verband eine gezähnte Stange mit dem Stempel, und machte die Einrichtung wie bey der Fuhrmannswinde ſo, daß ein Getriebe in die Stange greift, deſſen Welle vermittelſt einer Kurbel oder einer Kreuzhaſpel gedrehet werden kann. Eine Beſchreibung giebt er davon in der Abhandlung: Nova experimenta phyſico-mechanica de vi aëris elaſtica et ejusdem effectibus 1661. Dieſe und andre Schriften ſind von dem Verfaſſer anfangs in engliſcher Sprache geſchrieben, nach der Zeit aber in die lateiniſche und andre Sprachen überſetzt und zu mehrern malen aufgelegt worden. Seine vollſtändige Schrift von der Luft iſt die General Hiſtory of the air, Lond. 1692. in 4. Eine wiewohl nicht ganz vollkommene Sammlung ſeiner ins Lateiniſche überſetzten Werke iſt nach und nach zu Genf in 4 Quartbänden herausgekommen: eine der beſten Auflagen aber iſt zu London im Jahr 1727 unter dem Titel: The philoſophical Worcks of Robert Boyle, epitomized and illuſtrated by Peter Shaw veranſtaltet worden. Nach der Zeit iſt noch eine andre Sammlung aller ſeiner Werke im Jahr 1744 unter dem Titel The Worcks of the right honourable Robert Boyle in 5 Folianten herausgekommen.

213. §.

In den mit einem engen Halſe und Hahn verſehenen Recipienten, ſo wie **Guerike** und **Boyle** ihn

ihn brauchten, konnte man durch Oefnung des Hahnen wieder Luft hinein laſſen. Um eben ſo wieder Luft in den Raum unter der auf dem Teller ſtehenden Glocke zu laſſen, muß die Verbindungsröhre zwiſchen dem Cylinder und dem Teller irgendwo an einer bequemen Stelle mit einem Hahnen oder Wirbel verſehen ſeyn, den man öfnen, und ſo die Verbindung zwiſchen dem Raum unter der Glocke und der äußern freyen Luft herſtellen kann. Wenn die Luftpumpe anſtatt der Ventile mit dem doppelt durchbohrten Haupthahnen am Boden des Cylinders verſehen iſt, ſo kann eben der Hahn zur oberwehnten Abſicht dienen. Der in der 36 Figur durch die punctirte Linie von X bis H bezeichnete Canal wird bey H mit einem wohl ausgeſchmirgelten Stöpſel verſehen, damit man dieſen Weg nach der äußern freyen Luft nach Gefallen öfnen und ſchlieſſen könne. Wird nun der Hahn aus der Stellung, welche die Figur vorſtellet, durchs Umdrehen um ſeine Axe in die grade entgegen geſetzte gebracht, ſo daß das Ende des durch die punctirte Linie angezeigten Canals nicht mehr oben auf die im Boden des Cylinders bey X befindliche Oefnung zutrift, ſondern unten auf die bey M aufwärts gekehrte Oefnung der Verbindungsröhre, wird hiernächſt der Stöpſel bey H gelöſet, ſo iſt ein Weg für die äuſſere Luft durch HMNO bis zum Raum unter der Glocke offen. 36. Fig.

214. §.

Ein Verſuch, der es entſcheiden muß, ob die Luft auch ſchon im natürlichen Zuſtande, ohne

daß man ſie vorher zuſammen gedruckt hat, ein Beſtreben äußere, ſich nach allen Seiten auszubreiten, läßt ſich ſo anſtellen. Eine trockene und ſchlaffe Lammsblaſe, in deren Falten nur wenig Luft befindlich iſt, wird feſte zugebunden, und auf dem Teller der Luftpumpe unter die gläſerne Glocke gelegt. Wenn in der Mitte, von der obern Wölbung der Glocke inwendig ein Haken befeſtiget iſt, ſo kann man noch beſſer die Blaſe daran aufhängen. Hiernächſt wird die Luft unter der Glocke verdünnt, und der Erfolg iſt der, daß die Blaſe nach einigen Zügen anfängt ſich auszudehnen, auch immer mehr nach allen Seiten ſich ausbreitet, je länger man das Auspumpen der Luft fortſetzet, bis die Blaſe endlich völlig rund wird. Sobald man wieder etwas von der äuſſern Luft in den Raum unter der Glocke eindringen läſſet, fällt auch die Blaſe wieder in Falten zuſammen.

215. §.

Die Urſache davon, warum ſich die Blaſe ſolchergeſtalt ausgedehnet, kann in nichts anders geſucht werden, als darin, weil die Luft in der Blaſe ſich in einen gröſſern Raum ausbreitet, wenn ein Theil der übrigen Luft aus der Glocke in den Cylinder tritt. Demnach muß die äuſſere Luft vorher die in der Blaſe befindliche in einem kleinern Raum erhalten haben. Weil überdem die Blaſe nur nach und nach und bey jedem folgenden Zuge etwas mehr aufſchwillet, ſo muß nach dem erſtern und mehrern folgenden Zügen

gen immer noch Luft unter der Glocke zurück bleiben. Dieſe zurückbleibende Luft füllt den Raum unter der Glocke nicht etwa nur bis auf eine gewiſſe Höhe an, ſondern allemal den ganzen Raum. Denn die Blaſe dehnt ſich jedesmal nach allen Seiten aus, auch wenn ſie in der Glocke oben an einen Haken hängt: alſo muß das, was ſie vorher zuſammenhielte, ſie nach allen Seiten umgeben haben. Der Erfolg iſt demnach völlig ſo, wie es die Natur einer elaſtiſchen flüſſigen Maſſe erfodert (181 §.).

216. §.

Aus der Vorausſetzung, daß die Luft ſchwer ſey, folgte im 194 §, daß ſie ſich nahe an der Erdfläche in einem zuſammengedrückten Zuſtande befinden und ein Beſtreben äuſſern müſſe, ſich nach allen Seiten auszubreiten. Wäre die Luft nicht ſchwer, und hätte ſie doch den hohen Grad der Elaſticität, welcher durch den angeführten Verſuch auſſer Zweifel geſetzt wird; ſo wäre nicht begreiflich, warum nicht alle Luft ſich von der Erde entfernte, oder warum ſie nicht wenigſtens viel dünner würde. Daher läßt ſich aus dem Erfolg dieſes Verſuchs richtig rückwärts ſchlieſſen, daß **die Luft, wie alle andre körperliche Maſſen, gegen die Erde ſchwer ſey**, und daß es überhaupt mit der Art, wie ſie die Erde umgiebt, die Bewandniß habe, wie es im 194 §. angenommen iſt.

Indeſſen kann man auch durch einen andern Verſuch ſich noch ſinnlicher davon überzeugen, daß

die Luft ſchwer ſey. Ein Gefäß, wie der Boyliſche oder Guerikiſche Recipient, das mit dem Hahnen verſchloſſen werden kann, nachdem man es ſoviel möglich durchs Auspumpen von Luft, ausgeleeret, und durch Schlieſſung des Hahnen der Luft den Rückweg verſperret hat, hängt man an einer guten Wage auf, und ſetzt es mit den nöthigen Gegengewichten ins Gleichgewicht. Hierauf öfnet man den Hahnen, und läßt die Luft hineindringen, ſo iſt der Erfolg, daß das nun mit Luft angefüllte Gefäß den Ausſchlag giebt. Zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts iſt alsdenn ſo viel Zuſatz zum Gegengewicht nöthig, als dem Gewicht der im Gefäß befindlichen Luft gleich iſt.

217. §.

An ſich iſt die Figur des Gefäßes, deſſen man ſich bey dieſem Verſuch bedienen will, zwar gleichgültig: man wählt aber doch aus guten Gründen lieber ein rundes Gefäß, als ein ſolches, das ebene Seitenflächen hat, weil das runde Gefäß dem Druck der äuſſern Luft beſſer widerſtehet, als ein andres, das ebene Seitenflächen hätte. Den cubiſchen Inhalt vom innern Raum des Recipienten, oder was man ſtatt deſſen für ein Gefäß wählen will, kann man aus dem Gewicht des Waſſers finden, welches den innern Raum deſſelben ausfüllet: oder wenn das Gefäß eine Kugel iſt, ſo kann man auch ihren körperlichen Inhalt nach den Regeln der Geometrie finden. Demnach kann vermittelſt des eben beſchriebenen Ver-

ſuchs auch das Gewicht der Luft, welche den innern Raum des Gefäſſes füllet, und daraus das Gewicht eines Cubicfuſſes Luft gefunden werden. Auch giebt ſchon die Vergleichung des Gewichts der Luft mit dem Gewicht des Waſſers, welches eben denſelben Raum füllet, das ſpecifiſche Gewicht oder die Dichtigkeit des Waſſers.

Gewöhnlich findet man die Luft nahe an der Erdfläche bey mittelmäßiger Wärme ohngefehr 800 bis 850 mal leichter als Waſſer, bald etwas mehr, bald weniger, weil die Dichtigkeit der Luft durch die verſchiedene Wärme und andre Urſachen gar ſehr verändert wird. Herr von **Wolff** fand das Waſſer 846 mal ſchwerer als die Luft zu der Zeit war, da er den Verſuch anſtellte. Das Gewicht eines Rheinl. Cubicfußes Luft war 585 Gran Apothekergewicht, alſo $\frac{48}{47} \cdot 585 = 597\frac{1}{2}$ Cöllniſche Gran, und $\frac{19}{20} \cdot 597,5 = 567,6$ Gran im Holl. Troy Gewicht. Nach **Graveſands** Verſuchen wiegen 283 Rheinl. Cubiczoll Luft etwa 100 Gran Troy bald etwas mehr bald etwas weniger, nach der verſchiedenen Beſchaffenheit der Luft, alſo wäre 610,6 Troyſche Gran das Gewicht von 1728 Cubiczoll, oder eines Cubicfuſſes Luft. Ein Cubiczoll Waſſer wiegt nach **Graveſand** 282 Gran, (161. §.) alſo würde das Waſſer $\frac{282 \cdot 1728}{601,5} = 798$ mal ſchwerer als Luft ſeyn.

Wenn man das in 199. §. beſchriebene **Manometer** zuerſt regulirt; ſo dient das hier beſchriebene Verfahren, das Gewicht einer Menge

Luft zu finden, die mit der Kugel am Manometer gleich viel Raum ausfüllt. Nachdem hiernächſt das Manometer an der einen oder der andern Seite den Ausſchlag giebt, weiß man jedesmal, wieviel zu der Zeit bey dem dermaligen Zuſtande der Luft eine eben ſo groſſe Menge davon wiegt. Bey der Regulirung des Manometers bemerkt man übrigens nicht allein die dermalige Barometerhöhe, ſondern auch vermittelſt der weiter unten zu beſchreibenden Werkzeuge den dermaligen Grad der Wärme der Luft, und das Maaß ihrer Feuchtigkeit oder Trockenheit.

Der Herr B. bediente ſich nachher zu den Verſuchen, das abſolute Gewicht eines gegebnen Umfangs von Luft zu finden, einer kupfernen Kugel, deren Durchmeſſer $6\frac{1}{9}$ Zoll und ihr innerer Raum $119\frac{1}{2}$ Decimal-Cubiczoll rheinl. faßte. So viel Luft als den innern Raum dieſer Kugel füllte, wog bey der Temperatur von 66° Fahrenh. und wenn ſie nicht ſehr feucht iſt (bey der Barometerhöhe von 28 Zoll), 75 Gr. Cölniſch. Demnach wiegt 1 Decimal-Cubiczoll Luft bey dieſer Wärme $\frac{150}{239}$ Gran, oder 0,627 Gr. Cölniſch. Weil nun ein Decimal-cubiczoll Waſſer in eben dem Maaß und Gewicht $502\frac{11}{16}$ Gran, oder 502,687 Gr. wiegt, ſo verhält ſich das eigenthümliche Gewicht der Luft bey der angezeigten Wärme, und Federkraft zu dem des Waſſers, wie 627 : 502 687 oder ſehr nahe wie 1 zu $801\frac{3}{4}$. Sehr feuchte Luft wiegt etwas ſchwerer. (S. Karſtens Anl. zur Kenntniß der Natur. §. 58). G.

218. §.

Vermittelſt der Luftpumpe kann man ſich davon ſehr einleuchtend überzeugen, daß keine andre

Ur-

Urſache als der Druck der Luft das Queckſilber in der Torricelliſchen Röhre erhalte. Unter einen etwas hohen Recipienten, der unten wie ſonſt eine gläſerne Glocke gebildet und abgeſchliffen wird, damit er an den Teller gehörig anſchlieſſe, ſetzt man ein Gefäß mit Queckſilber, und in daſſelbe die gefüllte Röhre, welche zu dieſer Abſicht eben nicht völlig 28 Zoll hoch ſeyn darf, wenn man keinen ſo hohen Recipienten hat. Sobald man nun die Luft wegpumpt, fällt auch das Queckſilber in der Röhre und dies deſto tiefer, je länger man mit dem Auspumpen fortfährt. Läßt man aber wieder Luft unter den Recipienten, ſo ſteigt das Queckſilber zu ſeiner vorigen Höhe. Eben dies macht die Torricelliſche Röhre bey jedem etwas genauen Verſuch mit der Luftpumpe faſt unentbehrlich, wenn man wiſſen will, wie weit die Federkraft der Luft unter der Glocke ſchon vermindert ſey.

Wenn mit der Verbindungsröhre MN, zwiſchen dem Teller PQ und Cylinder ABCD eine andre Röhre TVW zuſammen hängt, und dieſe eben ſo, wie die vorige mit einem Teller pq verſehen iſt, der kleiner als der vorige ſeyn kann; ſo bringet man auf dieſem Teller die Torricelliſche Röhre rs unter den hohen Recipienten YZ, der mit Wachs oder Kütte auf dem Teller befeſtiget wird, damit ſie bey jedem Verſuch als Elaſticitätszeiger auch für die unter dem Recipienten KL befindliche Luft diene. 36. Fig.

219. §.

Eine Vorſichtigkeitsregel muß man ſich bey dieſer Verbindung des Barometers mit der luftpumpe merken, daß man die luft nicht zu ſchnell auf einmal durch den geöfneten Wirbel wieder in den vorher leer geweſenen Raum hinein dringen laſſe. Denn die luft treibt alsdenn das Queckſilber in der gläſernen Röhre ſehr ſchnell wieder hinauf, und durch den ſtarken Stoß des Queckſilbers oben an das zugeſchmolzene Ende der Röhre wird ſelbige leicht zerſprenget. Sehr dienlich iſt es, wenn die Röhre TV an einer bequemen Stelle mit einem Hahn verſehen iſt, vermittelſt deſſen man die Verbindung zwiſchen den beyden Oefnungen bey O und W ſperren und wieder herſtellen kann. Bey einigen Verſuchen, die mit der luftpumpe angeſtellet werden, iſt es nicht wohl zu vermeiden, daß nicht ſchleunig luft in den Raum hinein dringen ſollte, den man vorher ausgeleert hatte: man würde alſo das Barometer in ſolchen Fällen allemal der Gefahr ausſetzen, daß es zerbreche, wenn alsdenn die Verbindung zwiſchen den beyden Oefnungen bey O und W nicht geſperrt würde.

220. §.

36. Fig. Das Barometer kann auch als Elaſticitätszeiger auf folgende Art mit der luftpumpe verbunden werden. Es ſey PQ der Teller, und NO die mitten hindurch gehende bey O offene Röhre. In dieſer ſey unten bey R eine gläſerne über 28 Zoll lange Röhre RS gehörig luftdicht befeſtiget,

das

das unten bey S offene Ende der Röhre ſtehe in einem Gefäß mit Queckſilber, und MN ſey die Verbindungsröhre zwiſchen dem Teller und Cylinder. So lange alsdenn über dem Teller die Luft im natürlichen Zuſtande bleibt, ſo lange ſteht das Queckſilber in der Röhre nicht höher als im Gefäß. Wenn aber die Glocke über dem Teller ſteht, und durch die Wirkung der Pumpe die Luft darunter verdünt wird; ſo ſteigt das Queckſilber in der Röhre deſto höher hinauf, je weiter man das Verdünnen der Luft unter der Glocke treiben kann. Bey einigen Luftpumpen iſt der Teller auſſer der Oefnung, die er allemal in der Mitte bey O hat, noch an einer andern Stelle durchbohrt, und an dieſer Stelle alsdenn das Barometer ſo angebracht, wie es eben iſt beſchrieben worden.

221. §.

Wenn die Glocke ſtark genug iſt, daß man ſie vermittelſt einer dazu dienlichen Anordnung mit Schrauben am Teller befeſtigen kann; oder wenn ſtatt deſſen bey O ſonſt ein hinlänlich ſtarkes Gefäß feſtgeſchroben wird, das die Gewalt einer ſehr elaſtiſchen Luft ohne zu zerſpringen ertragen kann, ſo dient die Luftpumpe auch, mehr Luft hinein zu bringen, als im natürlichen Zuſtande der Luft von ſelbſt hinein dringet, mithin in dem Gefäß die Luft zu verdichten. Iſt der Cylinder mit dem Hahn verſehen, ſo muß nun beym Herausziehen des Stempels der Hahn ſo ſtehen, daß der Weg durch ihn nach der freyen

Luft

Luft offen iſt, damit die äuſſere Luft in den Cylinder hinein trete. Bevor man aber den Stempel wieder gegen den Boden treibt, muß der Hahn ſo gedrehet werden, daß der Weg aus dem Cylinder in das Gefäß oder die Glocke geöfnet wird: ſo treibt beym Rückzuge der Stempel die vorher in den Cylinder hineingetretene Luft in den Raum des Gefäßes, oder der Glocke, hinein. Weil die Federkraft der Luft durch dieſe Verdichtung ſehr vermehrt wird, ſo erfodert dies Verfahren Vorſicht und richtige Kenntniß deſſen, wieviele Gewalt ſowohl das Gefäß ſelbſt, als auch die Maſchine, ohne Schaden zu nehmen ertragen können.

Wenn die Pumpe Ventile hat, und ſie ſoll zum Verdichten dienen, ſo müſſen die Ventile nicht die im 206 §. beſchriebene ſondern die umgekehrte Lage haben; oder wenn die Ventile ihre Lage behalten ſollen; ſo müſſen zwey Verbindungsröhren zwiſchen dem Cylinder und dem Teller mit der Glocke angebracht ſeyn, davon die eine mit dem Boden, die andre mit dem Obertheil des Cylinders zuſammen hängt. Ueberdem muß ein eigner Hahn angebracht ſeyn, der bald der einen, bald der andern Röhre Verbindung mit der Glocke hemmet, und dagegen die Verbindung der andern mit der äuſſern Luft herſtellet, nachdem man entweder die Luft verdünnen oder verdichten will.

222. §.

Pumpen, die bloß als Druckpumpen zum Verdichten dienen ſollen, brauchen nur ein Ventil im Boden des Cylinders, welches ſich von dem Innern des Cylinders nach auſſen zu öfnet, wenn man den Stempel gegen den Boden des Cylinders treibt, und ſolchergeſtalt die inwendig befindliche Luft zuſammenpreſſet. Statt des andern Ventils kann eine bloſſe Oefnung oberwärts an der Seite im Cylinder dienen. Die 38 Figur 38. Fig.
ſtellet eine ſolche Druckpumpe vor. In dem Cylinder AB läßt ſich ein Stempel, in welchem zu dieſem Gebrauch kein Ventil nöthig iſt, vermittelſt der damit verbundenen Stange C auf und nieder ſchieben, wenn man das oben an der Stange befeſtigte Querſtück D mit den Händen angreift. Oben iſt an der Seite bey E im Cylinder ein kleines Loch, durch welches die äußere Luft in den Cylinder hinein dringt, wenn man den Stempel über das Loch hinauf ziehet. Unten im Boden des Cylinders bey B liegt ein Ventil, das die eben beſchriebene Einrichtung hat. Es wird von der Luft, die der Stempel, wenn man ihn gegen den Boden ſtößt, zuſammenpreſſet, auf geſtoſſen. Mit dem Boden des Cylinders hängt die Röhre BFG zuſammen, welche als Verbindungsröhre zwiſchen dem Cylinder und demjenigen Gefäß dient, worin man die Luft verdichten will. Eben darum iſt die Röhre von F nach G aufwärts gebogen, damit bey G ein Gefäß vermittelſt einer Schraube befeſtiget werden kann.

Statt

Statt deſſen kann auch bey G ein Teller ange- bracht ſeyn, um eine gläſerne Glocke darauf zu ſetzen, und mit Schrauben darauf zu befeſtigen, wobey jedoch die vorhin ſchon angeprieſene Vorſicht nöthig iſt.

Der Stempel treibt ſolchergeſtalt jedesmal, wenn er gegen den Boden des Cylinders geſtoſſen wird, die Luft, welche den Cylinder zwiſchen dem Boden und der bey E befindlichen Oefnung füllte, durchs Ventil bey B, und ſelbige verbreitet ſich in den Raum des bey G angebrachten Gefäſſes und der Verbindungsröhre. Zurücktreten kann ſie um deswillen nicht, weil ſie ſich ſelbſt durch den Druck gegen das Ventil den Rückweg verſchließet. Dies alles zuſammen muß nun auf einem bequemen recht feſt ſtehenden Fußgeſtelle befeſtiget werden, welches gewöhnlich ſo eingerichtet wird, daß es gerade unterhalb des Cylinders AB unten wo es auf dem Fußboden ſtehet, an jeder Seite ein hervorragendes Fußbrett hat, damit die an der Maſchine arbeitende Perſon mit jedem Fuß auf eins von dieſen Brettern treten könne, und ſolchergeſtalt die ganze Maſchine feſt ſtehend erhalten werde.

223. §.

Beym Gebrauch der Druckpumpe hat die arbeitende Perſon, wenn ſie den Stempel vom Boden B nach A hinaufzieht, einen dreyfachen Widerſtand zu überwinden. Der erſte rührt vom Gewicht des Stempels und der Stange her, welches eben nicht beträchtlich iſt. Ein andres Hinder-

derniß der Bewegung iſt die Friction zwiſchen der äußern Fläche des Stempels und der innern Fläche des Cylinders. Unter dem Stempel, wenn derſelbe gehoben wird, entſteht ein luftleerer Raum, oder wenn gleich vielleicht zwiſchen demſelben, in ſeinem niedrigſten Stande und dem Boden des Cylinders etwas Luft verſteckt bleibt, ſo breitet ſich doch dieſe, indem der Stempel ſteigt, in den ganzen Raum des Cylinders aus, und hat alsdenn wegen ihrer geringen Dichtigkeit auch ſehr wenig Federkraft. Dieſerwegen rührt das dritte Hinderniß der Bewegung vom äuſſern Druck der Atmoſphäre gegen die obere Grundfläche des Stempels her, und dieſer Druck iſt ſo groß als das Gewicht einer Queckſilberſäule auf der Grundfläche des Stempels, deren Höhe ſo groß iſt, als die jedesmalige Barometerhöhe. Wieviel derſelbe in Pfunden betrage, läßt ſich leicht finden, wenn man den Inhalt des 201. §. vergleichen will. Wenn das Barometer 28 Pariſer Zoll hoch ſteht, und wenn der innere hohle Cylinder nur einen Zoll im Durchmeſſer hält, ſo beträgt der erwehnte Druck 12¾ ℔. Wäre der Cylinder im Durchmeſſer 2 Zoll weit, ſo würde der Gegendruck der Atmoſphäre viermal ſoviel, mithin über 50 ℔. betragen. Schon um deßwillen iſt es nicht rathſam, daß der Cylinder einer ſolchen Druckpumpe mehr als einen oder aufs höchſte 1½ Zoll im Lichten weit ſey; denn der arbeitenden Perſon kommt bey der beſchriebenen Einrichtung kein mechaniſches Hebezeug zu Hülfe.

224. §.

224. §.

Dies iſt aber noch um ſo mehr nöthig, weil der Widerſtand nach und nach immer größer wird, wenn die arbeitende Perſon den Stempel niederſtößt. Je mehr Stöße geſchehen, deſto dichter wird die Luft in dem bey G mit der Druckpumpe verbundenen Gefäß, deſto ſtärker drückt alſo dieſe verdichtete Luft gegen das Ventil im Boden des Cylinders, und die Luft im Cylinder unter dem Stempel muß allemal ſchon etwas mehr verdichtet ſeyn, bevor ſie den Gegendruck überwinden, und das Ventil offen ſtoßen kann. Die Federkraft der verdichteten Luft wird endlich doppelt ſo groß, als die Federkraft der atmoſphäriſchen Luft, und nimmt bey wiederholten Stößen noch immer mehr zu. Demnach wird nun der Widerſtand gegen den Stempel beym Niederſtoſſen noch größer, als beym Hinaufziehen: ja er kann drey- vier- und mehrmal größer werden, wenn Gefäß und Maſchine ſtark genug ſind, daß man es wagen darf, die Verdichtung der Luft ſo weit zu treiben.

225. §.

Wenn die Luftpumpe die Luft unter der Glocke zu verdünnen dient, ſo kann man ſie eine **Saugluftpumpe** nennen und durch dieſen Namen von den **Druckluftpumpe** unterſcheiden. Ihre Wirkung iſt alsdenn der Wirkung einer Waſſerpumpe ähnlich, die man ſich gewöhnlich als ein Saugen vorſtellt, und wovon die Waſſerpumpe auch den Namen: **Saugwerk** erhal-

erhalten hat. Wenn beym Gebrauch der Saugluftpumpe eine Perſon eben ſo, wie bey der jetzt beſchriebenen Druckpumpe ein Queerſtück an der Stempelſtange mit den Händen angreifen, und ſolchergeſtalt vor- und rückwärts ſchieben ſollte; ſo würde ſie zwar bey den erſten Zügen, wenn der Stempel vom Boden des Cylinders weggezogen wird, nicht den ganzen Gegendruck der Atmoſphäre zu überwinden haben, weil alsdenn noch elaſtiſche Luft unter dem Stempel befindlich iſt, die aus dem Raum unter der Glocke in den Cylinder tritt. Je mehr aber die Dichtigkeit und mit derſelben zugleich die Federkraft dieſer bey jedem vorhergegangenen Zuge noch zurückgebliebenen Luft vermindert wird, deſto mehr Uebergewicht bekommt der äuſſere Gegendruck, der Atmoſphäre. Zuletzt wird der Widerſtand eben ſo groß, als er bey der Druckpumpe allemal iſt, wenn der Stempel vom Boden des Cylinders weggezogen wird.

Bey der umgekehrten Bewegung des Stempels gegen den Boden des Cylinders zu, iſt außer der Friction gar kein Widerſtand vorhanden, und überdem treibt der äuſſere Druck der Atmoſphäre den Stempel ſchon von ſelbſt vorwärts. Beym Rückzuge alſo könnte der Cylinder eine anſehnliche Weite haben, ohne daß es die Arbeit erſchwerte, wenn auch gleich der größere Stempel mehr Friction zuwege brächte. Weil jedoch bey jedem eigentlich würkſamen Zuge die Atmoſphäre deſto ſtärker entgegen preßt, je größer der Durch-

meſſer des Cylinders im lichten, alſo auch die Grundfläche des Stempels iſt; ſo kann man entweder dem Cylinder nicht wohl mehr Weite geben, als dem Cylinder der Druckpumpe, oder man muß durch ein mechaniſches Hebezeug die Kraft verſtärken.

226. §.

Wenn alles übrige vornehmlich aber die Geſchwindigkeit der Bewegung einerley iſt, ſo geht die Wirkung der Saugluftpumpe deſto ſchneller von ſtatten, jemehr Weite der Cylinder hat, weil deſto mehr Luft auf jedem Zuge herausgeſchafft wird: deßwegen giebt man dem Cylinder einer ſolchen Pumpe gern 2 bis 3 Zoll im Durchmeſſer und verſtärkt die Kraft entweder durch Hülfe der Fuhrmannswinde, oder eines andern mechaniſchen Hebezeuges, wie es bey der kurzen Beſchreibung der Boyliſchen und verbeſſerten Guerikiſchen Luftpumpe im 208. §. ſchon bemerkt iſt. **Guerikens** erſte Luftpumpe war ein gegen den Horizont ſchief liegender Cylinder ohne weitere mechaniſche Vorrichtung, und an der Stempelſtange mußten zwey ſtarke Leute arbeiten: **Boylens** Cylinder aber war an ſeinem Fußgeſtelle in verticaler Stellung befeſtiget. Dies mag vielleicht Anlaß gegeben haben, daß man nach der Zeit Luftpumpen mit ſtehenden Cylindern **engliſche**, und ſolche, die einen liegenden Cylinder haben, **deutſche** genannt hat, obgleich Guerike ebenfalls bald nach Bekanntmachung ſeiner erſten Verſuche eine Luftpumpe mit einem ſtehenden Cylinder brauchte, die keine

Nach-

Nachahmung der Boyliſchen war, auch ſonſt eine ganz andre Einrichtung hatte.

227. §.

Herr **Wolferd Sengwerd**, ehemaliger Prof der Philoſ. und Biliothekar auf der Univerſität Leiden, ließ ſich eine Luftpumpe verfertigen, welche folgende Einrichtung hatte. Der Cylinder liegt auf ſeinem Fußgeſtelle beynahe wagrecht, und iſt anſtatt der Ventile mit dem Hahn verſehen. Zur Erleichterung der Bewegung dient eine gezähnte Stempelſtange mit einem hineingreifenden Sternrade, und an der Welle des letztern befindet ſich eine Kurbel; oder dieſe Welle iſt auch ſtatt der Kurbel mit vier Haſpelarmen verſehen, die eine Perſon angreifen, und ſolchergeſtalt den Stempel vorwärts und rückwärts winden kann. Herr **Sengwerd** gab davon eine Beſchreibung in der Vorrede zur zweyten Ausgabe ſeiner Philoſophia naturalis. Leiden 1685, auch nachher in ſeiner Abhandlung Rationis atque experientiae connubium. Rotterd. 1715. Dieſe Sengwerdſche Luftpumpe ward bald nachher in Deutſchland faſt allgemein bekannt und beliebt. Der bekannte und verdiente Mechanicus, H. **Leupold** in Leipzig verfertigte ſie häufig für die deutſchen Mathematiker und Naturforſcher, und Herr von **Wolff**, der ſie in den **Nützlichen Verſuchen** I. Th. IV. Cap. 105 u. f. S. auch in den Elementis Matheſcos Univerſae Tom. II. Aërom. Cap. II. §. 40 pag. 362 ſq. beſchreibt,

ſchreibt, hat alle ſeine Verſuche mit einer Sengwerdſchen von Leupold verfertigten Luftpumpe angeſtellet. H. **Leupold** ſelbſt ſelbſt hat eine Abhandlung davon unter dem Titel: **Deutliche Beſchreibung der ſo genannten Luftpumpe zu Leipzig im Jahr** 1707 herausgegeben: dazu iſt im Jahr 1721 eine **Fortſetzung**, und einige Jahre nachher noch eine **zweyte Fortſetzung** gekommen.

228. §.

Um die Arbeit möglichſt zu verkürzen, verfiel Herr **Hauckſbee** in Engelland darauf, eine Pumpe mit zweenen vertical ſtehenden Cylindern ſo zu verfertigen, daß der eine Kolben binnen der Zeit die Luft aus dem Recipienten anſaugen konnte, da der andre aus ſeinem Cylinder die beym vorigen Zuge angeſogene Luft wegſchaft. Er hat dieſe doppelte Luftpumpe in der Abhandlung: Phyſico-Mechanical Experiments on various ſubjects London 1709 angegeben, und man findet in den Actis Eruditorum Suppl. Tom. V. pag. 403. eine Anzeige von dieſer Schrift mit einer Zeichnung von der Luftpumpe. Beyde Cylinder ſtehen neben einander, die Kolbenſtangen ſind gezähnt, und zwiſchen ihnen liegt ein kleines Stirnrad, deſſen Zähne in die Stangen eingreifen. Das Fußgeſtelle iſt ein Tiſch mit vier Füſſen, auf deſſen Bladte an einer Seite die Cylinder zwiſchen zwoen Säulen bey einander ſtehen, die oben mit einem Querſtück verbunden ſind, welches der Axe des Stirnrades zur Unterlage

dient.

dient. An der Axe dieſes Rades befindet ſich eine Kurbel, um damit das Stirnrad wechſelsweiſe vor- und rückwärts jedesmal ſo lange nach einerley Richtung zu drehen, bis die Kolben, die dadurch nach entgegen geſetzter Richtung getrieben werden, die ganze Länge des Cylinders durchlaufen haben. Unten am Boden ſind beyde Cylinder mit einer engen Röhre vereiniget, von welcher ſich eine andre enge Röhre bis zur Mitte des Tellers erſtreckt. Dieſer wird von vier Säulen getragen, welche den Cylindern gegen über auf der andern Seite des Tiſchbladtes aufgerichtet ſind. Die Kolben ſind ſowohl, als auch die Cylinder im Boden mit Ventilen verſehen, und dieſe letztern ſtehen unten mit ihrer Verbindungsröhre in einer 2 Zoll hohen Ciſterne mit Waſſer, um das Eindringen der äuſſern Luft abzuhalten.

229. §.

Herr **Leupold** ward hiedurch veranlaſſet, ebenfalls eine doppelte Luftpumpe zu verfertigen, wovon man in den Actis Eruditorum des Jahrs 1731, pag. 95. 66, eine Beſchreibung mit beygefügter Zeichnung antrift. Die Cylinder A und B ſtehen auch hier neben einander zwiſchen den Säulen B und Q auf einen feſten Fußgeſtelle, aber die Kolben hängen mit ihren Zugſtangen, wie bey den groſſen Feuerſpritzen, an einen gehörig unterſtützten eiſernen Wagebalken, wovon in der Zeichnung der eine Arm bey G zu ſehen iſt. die Säulen B und Q ſind oberwärs mit

einem

einem Bogenſtück verbunden, welches die Cylinder hält, und zugleich in der Mitte bey N den Zapfenlagern für die Axe des Wagebalkens, woran die Kolbenſtangen hängen, zur Unterlage dient. Dieſer Wagebalken iſt gleicharmig und nur ſo lang, als die Entfernnng der Kolbenſtangen vom Mittelpunct der Bewegung es erfordert, an der Axe deſſelben iſt aber noch ein anderer gleichförmiger Wage- oder Druckbalken HI mit dem vorigen parallel angebracht, deſſen Arme länger, als die Arme des vorigen ſind, der dazu dient, daß man jedes Ende deſſelben mit einer Hand angreifen, und durch abwechſelndes Niederdrücken und Heben die Kolben in Bewegung ſetzen kann. Die Kolben, ſo wie die Cylinder im Boden, ſind mit Blaſenventilen verſehen.

Hinter den beyden Säulen P und Q ſtehen ein Paar andre R und S, die etwas höher, als jene ſind, und oben ein viereckſtes Brett LM, wie ein Tiſchbladt tragen, in deſſen Mitte der meſſingene Teller für die Glocke angebracht iſt. Um dies Bladt mit dem Teller deſto beſſer zu befeſtigen, dienen über dem noch ein Paar eiſerne Bänder, die daſſelbe auch mit den Säulen P und Q verbinden. Ferner ſind die Cylinder A und B unten durch eine horizontal liegende Röhre CD verbunden, und aus dieſer Röhre gehet eine andre EF nach der Mitte des Tellers hinauf. Da wo beyde Röhren bey K zuſammen hängen, iſt ein Hahn angebracht, der dazu dient, die Verbindung zwiſchen den Cylindern, und dem Raum unter der Glocke

zu

zu hemmen. In der Verbindungsröhre EF befindet ſich ein rundes Loch mit einem eingeriebenen genau darin paſſenden Stöpſel, welcher dazu dient, wieder Luft in den Raum unter der Glocke zu laſſen. **Leupold** ſelbſt giebt in der zweyten Fortſetzung ſeiner Beſchreibung der ſogenannten Luftpumpe ebenfalls von dieſer ſeiner doppelten Luftpumpe eine kurze Nachricht; und was in den Actis Eruditorum von ihr a. a. O. gerühmt wird, daß man beträchtlich groſſe Gefäße damit ſehr ſchnell und ungemein leicht ausleeren könne, hat wirklich ſeine Richtigkeit. Der ganze Mechanismus iſt einfach, und erfordert ungleich weniger Aufwand als andre, die dem Hauckſbeeſchen ähnlich ſind. Ueberhaupt iſt die ganze Anordnung ſehr bequem, und eine Perſon kann ohne ſehr zu ermüden ſchon eine zeitlang das Auspumpen verrichten. Wenn dagegen an jedem Ende der Druckſtange eine Perſon angreift, beyde aber wechſelsweiſe niederdrücken und heraufziehen, ſo geht noch um ſo mehr das Auspumpen ungemein leicht und ſchnell von ſtatten. Ich ſelbſt beſitze eine ſolche Luftpumpe, die aus dem Vorrath des ehemaligen Herrn Profeſſor Winkler in Leipzig herrührt: ſie iſt vom Herrn **Cotta** verfertiget, der nach Leupolds Tode deſſen Officin erhielt, und in den geſchickten mechaniſchen Arbeiten Leupolds Nachfolger ward.

230. §.

Dieſe von Hauckſbee und Leupold angegebenen Luftpumpen dienen nur, die Luft zu verdünnen,

nicht ſie zu verdichten, und um deßwillen muß man zum Verdichten mit einer beſondern Druckpumpe, etwa von der oben im 217. §. beſchriebenen Einrichtung verſehen ſeyn. Dies iſt auch in aller Abſicht anzurathen, weil es in manchen Stücken ſeine Unbequemlichkeit hat, wenn eine Pumpe, welche zum Verdünnen gebraucht wird, auch zum Verdichten dienen ſoll. Alle Theile der Maſchiene leiden ſehr viele Gewalt, wenn man die Verdichtung etwas weit treibt, weil Cylinder und Kolben im Durchmeſſer gröſſer ſind, als bey der oben a. a. O. beſchriebenen Druckpumpe. Sengwerds Luftpumpe dienet auch zum Verdichten, wenn man ſich bey Stellung des Hahnen ſo verhält, wie es oben im 216. §. angegeben iſt. Weil man den Ventilen, welche ſonſt vor den Hähnen viele Bequemlichkeit voraushaben, nicht gleich anfangs alle nöthige Vollkommenheit zu geben wuſte, daß ſie nemlich nicht allein hinlänglich luftdicht waren, ſondern auch ſehr leicht beweglich bleiben, damit eine äuſſerſt verdünnte Luft ſie noch aufzuſtoſſen vermögend ſey; ſo behielten die Herren **Graveſand** und **Nollet** den Haupthahn bey ihren Luftpumpen bey: jedoch mit der Verbeſſerung, daß einerley Mechanismus, welcher die Kolben zu bewegen dient, auch jedesmal den Hahn in die rechte Stellung verſetzt. Uebrigens haben beyde bey ihren doppelten Luftpumpen den Mechanismus ſo beybehalten, wie ihn Hauckſbee angeordnet hatte. Ich habe dieſe mit mehrern andern bekannt

gewor-

gewordenen Anordnungen der Luftpumpe umſtändlicher beſchrieben im ſechſten Theil meines Lehrbegriffes der geſammten Mathematik im V. Abſchnitt der Pneumatik im 60 u. f. §. §. 406 u. f. S. Die allgemeine mechaniſche Theorie von der vortheilhafteſten Anordnug einer Luftpumpe gehört zur angewandten Mathematik, und ich habe dieſe Theorie a. a. O. im IV. Abſchnitt mit ihren Anwendungen im VI Abſchnitt ebendaſelbſt vollſtändiger vorgetragen, als ſie ſonſt bey andern mir bekannten Schriftſtellern gefunden hatte.

231. §.

Die Herrn Brander und Höſchel in Augsburg verfertigen jetzt für die Liebhaber der Naturlehre eine kleine ſehr bequeme von ihnen ſogenannte Cabinet-Antlia, wovon im Jahr 1774 eine Beſchreiburg zu Augsburg im Druck herausgekommen iſt. Es iſt AB ein verticalſtehender Cylinder, und unten am Fuß deſſelben befindet ſich der Haupthahn CD. Grade über dem Cylinder liegt das Getriebe E, deſſen Zähne in die gleichfalls gezähnte Stempelſtange FG eingreifen, und an der Axe deſſelben hängt ein Schwengel HK herab, der unten einen kleinen wagrechten Zapfen L mit einer daran ſteckenden Rolle hat. Die Welle des Getriebes macht bey jedem Stempelzuge etwas mehr als eine Umwendung und führt den Schwengel HK mit herum; dieſer aber faſſet beym Anfang eines jeden Zuges und Rückzuges vermittelſt des Zapfens L, woran 40. Fig.

die Rolle ſteckt, den Schweif D des Hahns, und verſetzt ihn in die rechte Stellung, bevor noch der Stempel mit in Bewegung kommt. Die Einrichtung iſt ſo, wie bey der doppelten Nolletſchen und derjenigen ähnlich, die H. Graveſand ſchon vorher, um den Hahn jedesmal zu drehen angebracht hatte. Wer gröſſere Werke nicht zur Hand hat, der findet ſehr gute hieher gehörige Nachrichten in Johann van Muſſchenbröcks Beſchreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe, nebſt einer Sammlung von verſchiedenen nützlichen und lehrreichen Verſuchen, aus dem Franzöſiſchen überſetzt, und mit Zuſätzen vermehrt von M. Joh. Chriſtoph Thenn. Augsburg 1765.

232. §.

Herr J. Smeaton hat in den Philoſophical Transactions Vol. 47. for the Years 1751 and 1752. Art. 69. eine Anordnung der Luftpumpe beſchrieben, welche nach der Zeit von mehrern Schriftſtellern als ſehr vortheilhaft iſt empfohlen worden. Diese Luftpumpe hat nur einen
41. Fig. verticalſtehenden Cylinder A, und zur Bewegung des Stempels iſt die Fuhrmannswinde beybehalten worden. Die Kolbenſtange MN iſt wegen einer gleich anzuführenden Urſache länger als gewöhnlich, und mehr denn doppelt ſo lang als der Cylinder: ſie iſt aber nur ſo weit mit Zähnen verſehen, als ſie über dem Cylinder hervorragt, wenn der Kolben ganz unten am Boden des Cylinders

linders ſteht. Dieſe letzte Einrichtung war nöthig, weil auch im Cylinder der Raum über dem Kolben bis an die obere Oefnnng des Cylinders F, wo die Stange durchgehet, gegen den Zugang der äuſſern Luft verwahrt werden ſollte. Um deßwillen wird die oberſte Oefnung des Cylinders bey F mit einem Deckel verſchloſſen, woſelbſt die Kolbenſtange durch einen ledernen Ring durchgehet, der an dieſelbe feſt anſchließen muß, ſo wie der Kolben ſelbſt an der innern Fläche des Cylinders anſchließet. Das mit Zähnen verſehene Stück MN der Kolbenſtange, welches bey dieſer Einrichtung nie in den Cylinder hinein tritt, muß noch etwas länger ſeyn, als das Stück, welches in dem Cylinder ſtecket, wenn der Kolben ganz unten am Boden befindlich iſt, und die Kurbel O mit dem am ihrer Umlaufsaxe befindlichen Trillinge muß in hinlänglicher Höhe über dem oberſten Deckel des Cylinders befeſtiget ſeyn. Das hat man auf folgende Art zuwege gebracht.

Das Fußgeſtelle der Pumpe iſt wie ein Tiſch mit vier Füſſen eingerichtet, und die Bänder zwiſchen den Füſſen, nebſt dem Tiſchbladte, dienen dem Cylinder zur Befeſtigung. Oben über dem Tiſchbladte ſtehen zu beyden Seiten des Cylinders A und der hervorragenden Stange MN ein Paar lothrechte Säulen P und Q, die oben ſo mit einander verbunden ſind, daß der Verband der Axe R des Trillings und der Kurbel O zur Unterlage dient, die zugleich ſo hoch über dem Deckel des Cylinders erhaben iſt, als die Länge

des

des Zuges erfordert. Auf dem Tiſchbladte ſtehen vier andre Säulen, welche eine Platte tragen, worauf der Teller beſteſtiget iſt, nebſt noch einem Schraubengeſtelle KL, welches die Glocke zu befeſtigen dient, wenn man unter ihr die Luft verdichten will.

233. §.

42. Fig. Die 42 Fig. ſtellet einen verticalen Schnitt durch die Axe des Cylinders AB und einer von dem Boden des Cylinders ſeitwärts horizontal fortlaufenden Röhre CD vor. Der Kolben ab hat ein Ventil, welches die Luft von unten nach oben durchläßt, ihr aber von oben nach unten den Rückweg verſchließet: auch liegt ein ſolches Ventil im Boden des Cylinders. Wäre die Röhre CD ununterbrochen bis zum Teller der Luftpumpe hinaufgeführet, und der Cylinder ſelbſt oben offen; ſo würde die Pumpe nur dienen können, die Luft unter der Glocke zu verdünnen. Sie ſollte aber auch dienen, die Luft unter der Glocke oder ſtatt deſſen in einem andern dienlichen Gefäß zu verdichten: deswegen wird die Röhre CD nicht allein vermittelſt eines bey D angebrachten Hahns unterbrochen, ſondern auch die Einrichtung ſo gemacht, daß ſich dieſe Röhre vermittelſt des Hahns in zwey Aeſte vertheilt, davon ein jeder nach Gefallen verſchloſſen werden kann. Die Zeichnung ſtellet zugleich einen Schnitt durch die Axe des Hahns vor, EFGH iſt die Hülſe, und efgh der coniſche Zapfen des Hahns, der in dieſer Hülſe paſſet. Ferner iſt IK der Kopf des

Hahns

Hahns, der mit dreyen horizontalen Schweifen, wie KL verſehen iſt, die am Mittelpunct K gleiche Winkel mit einander einſchließen.

Um die innere Einrichtung des Hahns kennen zu lernen, ſtelle man ſich durch die horizontale Axe der Röhre CD eine Ebene vor, welche die Axe des Hahns ſenkrecht ſchneidet. Dieſer 43. Fig. Ebene Durchſchnitt mit der Röhre ſey in der 43 Figur CD, ihr Durchſchnitt mit der Hülſe des Hahns der Ring DMNdmn. Der Umfang dieſes Ringes iſt in drey gleiche Bogen getheilt, und der Mittelpunct der Oefnung D, womit die Röhre CD zuſammenhängt, iſt der erſte von den Theilungspuncten. Da wo die übrigen beyden Theilungspuncte hinfallen, bey M und N, hat die Hülſe ebenfalls Oefnungen. Von M geht eine Röhre hinauf nach den Teller, (in der 41 Figur iſt es die Röhre DH) worauf die Glocke ſteht; von N aber geht eine andre Röhre nach der oberſten Oefnung des Cylinders hinauf, und hängt daſelbſt mit dem innern Raum des Cylinders ſo zuſammen, wie es OPQ in der 42 Fig. vorſtellet. (In der 41 Figur iſt es die Röhre E.) Die Ebene des Fig. 44. Kreiſes dmn ſtellet zugleich einen horizontalen Querſchnitt des Hahns vor, der in der 44 Figur beſonders gezeichnet iſt. Hieſelbſt iſt V der Mittelpunkt dieſes Kreiſes in der Axe des Hahns, die Peripherie iſt in drey gleiche Bogen getheilt bey num. 1. 2. 3, und von num. 1. erſtreckt ſich ein Canal bis num. 2. Bey num. 3. geht ein Canal gegen die Axe des Hahns zu, biegt ſich aber bey

Y aufwärts, ſo wie es die 42ſte Figur bey D, Y, Z vorſtellt. Mit V 1, V 2, und V 3, ſind die drey Schweife des Hahns wie ſie die 41 Fig. vorſtellt, parallel.

234. §.

Wenn nun der Hahn in ſeiner Hülſe ſteckt, und die Oefnung num. 1. auf D zutrift, ſo trift num. 2. an, M und num. 3 auf N zu: alſo iſt ein Weg von C durch D und M nach dem Raum unter der Glocke, und überdem ein Weg oben von dem Cylinder bey O durch P. Q, N, und Y bis Z offen, ſo daß die Luft unter der Glocke mit der Luft im Cylinder unter dem Kolben, und überdem die Luft über dem Kolben mit der äuſſern Luft Gemeinſchaft hat. Demnach dient nun die Pumpe, die Luft unter der Glocke zu verdünnen, und deswegen iſt auf dem mit V 1 parallelen Schweif des Hahns der Buchſtab E geſtochen, welches ein Merkmal den Hahn recht zu ſtellen abgiebt. Beym Heraufziehen des Stempels tritt von der Luft unter der Glocke ein Theil durch den Weg MDCT in den Raum unter dem Stempel im Cylinder, und die über dem Kolben befindliche Luft nimmt den Ausweg durch OPQNY. Beym Herabwinden des Stempels ſchließt ſich das Ventil ST im Boden des Cylinders, und die unter dem Kolben vorher hineingetretene Luft ſteigt durch das Kolbenventil über den Kolben hinauf. Ob nun gleich dieſe Luft ſchon verdünnt iſt, ſo würde ſie doch, ſo bald ſie über dem Kolben hinauf kommt, mit der äuſſern Luft einerley Dich-

tich-

tichkeit annehmen, wenn die Verbindung durch OFQ mit der äuſſern Luft beſtändig offen bliebe. Um dies zu verhindern, iſt bey O ein kleines Ventil angebracht, welches das Eindringen der äuſſern Luft hindert, und ſo lange geſchloſſen bleibt, bis durch Verengerung des Raums über dem Stempel die daſelbſt befindliche Luft anfängt dichter zu werden, als die äußere, da ſie dann das Ventil aufſtößt, und ihren Ausweg findet.

235. §.

Wenn man den Hahn in ſeiner Hülſe ſo drehet, daß n. 3. auf D zutrift, ſo trift n. 1. auf M, und n. 2 auf N zu. Demnach hat nun die äuſſere Luft durch Z, Y, C, T, mit der Luft unter dem Stempel im Cylinder Gemeinſchaft: von der Luft über dem Stempel aber geht ein Weg durch OPQ nnd N, M, bis zur Luft unter der Glocke hinauf; denn zwiſchen den Oeſnungen N und M liegt nun der Canal von n. 1. bis n. 2. in der 44 Figur. Dieſemnach dient nun die Pumpe, die Luft unter der Glocke zu verdichten. Beym Heraufziehen des Stempels tritt die äuſſere Luft durch ZYDC, öfnet das Ventil ST, und begiebt ſich in den Raum, der unter den Stempel leer wird: die über dem Stempel ſchon befindliche Luft geht zugleich durch OPQ in den Raum unter der Glocke. Beym Herabwinden des Stempels ſtößt die vorhin in den Cylinder von auſſen hinein getretene Luft das Kolbenventil auf, und begiebt ſich in den Raum über dem Kolben, da ſie denn wegen

des

des Ventils bey O ihre natürliche Dichtigkeit anfangs behält, bis ſie der hinauf ſteigende Stempel ſo weit verdichtet hat, daß ihre Dichtigkeit diejenige zu übertreffen anfängt, welche die unter der Glocke jetzt befindliche Luft ſchon erlangt hat. Weitere Nachrichten von dieſer Luftpumpe findet man im **Lehrbegriff der geſ. Math.** a. a. O. V. Abſch. 87. u. f. §. und eine nähere Anleitung den Effect dieſer ſowohl als auch andrer Anordnungen der Luftpumpe zu berechnen, eben daſelbſt im IV. Abſchnitt.

Eine Beſchreibung und Zeichnung der Smeatonſchen **Luftpumpe** nach **Nairne's** und **Blunt's** Verbeſſerungen hat Hr. Hoffr. **Lichtenberg**, in der Ausgabe der **Erxlebenſchen** Anfangsgründe der **Naturlehre** im Vorberichte gegeben. G.

236. §.

Weil bey jedem Stempelzuge, wenn die Pumpe die Luft unter der Glocke verdünnen ſoll, die im Raum unter der Glocke befindliche Luft ſich durch den Raum dieſer Glocke, der Verbindungsröhre des Cylinders, bis an den Stempel in ſeiner gröſten Entfernung vom Boden des Cylinders ausbreitet; ſo erhellet, daß eigentlich nie alle Luft aus dem Raum unter der Glocke weggebracht werden könne. Die Dichtigkeit der Luft unter der Glocke nimmt in geometriſcher Progreſſion ab, wenn man die Kolbenzüge fortſetzt. Es verhält ſich nemlich ihre Dichtigkeit vor jedem Zuge zur Dichtigkeit nach dem Zuge, wie die Gröſſe des Raums, den die eingeſchloſſene Luft

nach

nach dem Zuge füllt, zur Gröſſe des Raums den ſie vor dem Zuge füllte. Wäre alſo der Raum, den die Luft vor dem Zuge füllt, nur halb ſo groß, als der durch Zurückziehung des Stempels vergröſſerte Raum, den ſie nach dem Zuge füllt, ſo würde nach jedem Zuge die Dichtigkeit der Luft unter der Glocke nur halb ſo groß bleiben, als ſie im Anfang des Zuges war.

Wird dagegen umgekehrt die Luft in einem Gefäß verdichtet, ſo wächſt die hineingepreßte Luftmaſſe in arithmetiſcher Progreſſion: denn zur Menge der im Gefäß ſchon befindlichen Luftmaſſe kommt bey jedem Stoß des Stempels ſoviele Luft von natürlicher Dichtigkeit hinzu, als den innern Raum des Cylinders bis an den Stempel ausfüllet, wenn er am weiteſten vom Boden entfernt iſt.

237. §.

Eine ſehr verdünnte Luft, wenn ſie durch eine kleine Oefnung gehen ſoll, hat nicht Federkraft genug das Stückchen Blaſe zu heben, welches bey der Luftpumpe als Ventil dient. Durch Erweiterung der Oefnung läßt ſich zwar der Druck der Luft gegen die Blaſe vergröſſern, wenn aber alsdenn von der andern Seite her, wo die Blaſe aufliegt, eine viel dichtere Luft dagegen drückt, ſo entſteht bey einer groſſen Oefnung in der Blaſe eine Vertiefung, und man läuft wohl gar Gefahr, daß die Blaſe zerreiſſe. Smeaton hat bey ſeinen Ventilen allen beyden Mängeln abzuhelfen geſucht. Das Bodenſtück des Cylinders

42. Fig. hat eine runde Vertiefung TS, womit unten die Röhre CD zuſammenhängt; dieſe Vertiefung iſt im Durchmeſſer dreymal weiter, als die Röhre CD, und über ihrer obern Oefnung iſt die Ventilblaſe ausgeſpannt. Demnach iſt hier die Fläche der Ventilöfnung neunmal weiter, als ſie ſeyn würde, wenn die Röhre CD unmittelbar mit der Blaſe bedeckt wäre: mithin iſt auch der Druck der Luft dagegen neunmal ſtärker. Ueber der Oefnung TS wird ferner ein zartes Netz von Metall angebracht, das aus ſieben Sechsecken beſtehet, wovon ihrer ſechs um das ſiebente in der Mitte befindliche herum liegen, wie es die 45 Figur vorſtellet. Dies Netz IK befindet ſich in der Mitte einer metallenen Scheibe, welche auf dem Boden des Stiefels liegt. Der Blaſe giebt Smeaton die Geſtalt ABCD, ſo daß ſie an vier Enden um den Rand des Ringes gelegt, und ſo befeſtiget wird. Zwiſchen den vier Stellen bey A, B, C, D, ſind die Bogen E, F, G, H, ein klein wenig erhöhet, damit der Stempel, wenn derſelbe unten am Ventil etwas angedrückt wird, die Blaſe nicht beſchädige.

238. §.

Wenn alle Luft unter dem Recipienten weggebracht werden könnte, oder doch die Federkraft der zurückbleibenden Luft gar nicht merklich bliebe; ſo würde das Queckſilber in der Torricelliſchen Röhre unter dem Recipienten völlig ſo tief herab fallen, als es auſſerhalb der Röhre im Gefäß ſtehet:

het: allein man bringt es auch mit der beſten Luftpumpe ſchwerlich weiter als bis auf den 300ſten Theil der jedesmaligen Barometerhöhe herab. Unter dem Kolben, zwiſchen dem Ventil im Boden des Cylinders, und der untern Grundfläche des Kolbens bleibt allemal etwas Luft von einerley Dichtigkeit mit derjenigen, die über dem Kolben befindlich iſt, welche ſich beym folgenden Kolbenzuge in den ganzen Raum des Cylinders ausbreitet. Hat die Pumpe im Boden des Cylinders einen Hahn, ſo iſt es faſt gar nicht zu vermeiden, daß nicht unter dem Kolben, und wenn er auch aufs genaueſte am Boden des Cylinders anſchlöſſe, etwas weniges Luft von einerley Dichtigkeit mit der äuſſern atmoſphäriſchen Luft zurück bleibe. Der Boden AB ſelbſt muß doch einige Dicke haben, alſo wird in der Oefnung bey X allemal etwas Luft zurück bleiben. Der Künſtler, welcher die Pumpe verfertiget, muß nur dahin ſehen, daß dieſer ſchädliche Raum ſo klein als möglich ausfalle. 36. Fig.

Die Luftpumpen mit Ventilen haben zwar große Bequemlichkeit, doch aber auch zugleich den unvermeidlichen Fehler, daß die bis auf einen beſtimmten Grad verdünnte Luft zuletzt das Ventil zu heben nicht mehr Federkraft genug habe, ein Fehler, der ſelbſt bey der Smeatonſchen Luftpumpe ſtatt findet. Hr. Jac. Bernh. Haas und J. Heinr. Hurter haben zwar geſucht, dieſen Fehler dadurch abzuhelfen, daß ſie das Ventil im Boden des Stiefels durch eine Art von Pedal heben laſſen: allein die genauere Betrachtung lehrt, daß bey der übrigens ſehr zuſammengeſetzten Einrichtung wieder ein anderer Fehler

eintritt, der jenen Zweck vereitelt. Man ſ. *Deſcription of an improved Air-Pump and the account of ſome experiments made with it. By Mr. Tiberius Cavallo*; in den *philoſ. Tranſact. Vol. LXXIII.* J. 1783. *P. II.* S. 435 — 452. Beſchreibung der von den Herren Haas und Hurter verbeſſerten Luftpumpe; in Hr. Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. B. *III.* St. 1. S. 97.

Die Luftpumpen mit Hähnen, welche der Hr. V. beſchrieben hat, und überhaupt alle nach der ältern Einrichtung, haben dagegen den Fehler, daß zwiſchen ihnen und dem Boden des Stiefels Luft ſitzen bleibt, welche die Dichtigkeit und Federkraft der atmoſphäriſchen Luft hat, und beym Herumdrehen des Hahns wieder in den Recipienten zurücktritt. Man ſahe dies von jeher ein, und rieth daher, dieſen ſchädlichen Raum wenigſtens ſo klein als möglich zu machen. Hr. Legationsrath L. C. Lichtenberg hat einen Vorſchlag gethan, dieſem Fehler abzuhelfen, der ſich durch ſeine Einfachheit empfiehlt, meines Wiſſens aber noch nicht ausgeführt iſt. Man ſehe die Beſchreibungen und Abbildungen davon in deſſelben angeführtem Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. B. *III.* St. 3. S. 107 — 111.

Wir haben ſeit der Zeit noch eine dritte Art von Luftpumpen erhalten, ohne Hähne und Ventile, mit einer Art von Oelladen, deren Erfinder Herr Cuthbertſon iſt. Er hat davon eine Beſchreibung und Zeichnung mitgetheilt: *Deſcription of an improved Air-pump, and an account of ſome Experiments made with it — by Iohn. Cuthbertſon. Amſterd.* 1787. 8., wovon auch Hr. Hofrath Succow zu Heidelberg eine Ueberſetzung hat beſorgen laſſen: Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe, nebſt einer Nachricht von verſchiedenen mit ſelbiger gemachten Verſuchen, von Joh. Cuthbertſon, aus dem Engl. Mannheim 1788. 8.

Eine

Eine andere Ueberſetzung findet ſich in den Sammlungen zur Phyſ. und Naturgeſch. B. IV. St. 1. u. 2. S. 83. ff. Mehrere fortgeſetzte Erfahrungen mit dieſer Luftpumpe, müſſen nun freylich erſt ihre Dauer und ihren Werth entſcheiden; mir ſcheint doch der Gebrauch des Oels dabey ſehr unbequem, und wegen des Zähe- und Ranzichtwerdens deſſelben, für die Dauer und Feſtigkeit derſelben ſehr nachtheilig zu ſeyn.

Eine ſehr ſinnreiche, und ganz von der gewöhnliche Art verſchiedene, ſehr einfache Vorrichtung zu einer Luftpumpe hat Hr. Prof. Hindenburg angegeben, die ſich auf eine, vom Hrn. D. Bader vorgeſchlagene, hydrauliſch-pneumatiſche Antlia gründet. Der letztere hat davon in Hrn. Hübners phyſikaliſchen Tagebuche, Jahrg. 1. 4tes Viertel. Salzburg 1784. S. 650. eine Beſchreibung und Abbildung geliefert, die auch in Hrn. Hindenburgs Schrift: *Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et deſcriptio*, *Lipſ.* 1784. 4. mit zu finden iſt. Bis jetzt iſt dieſe Luftpumpe freylich nur ein Ideal, und bey ihrer Realiſirung mögten wohl mancherley Schwierigkeiten eintreten. Hr. Michel hat letzthin im *Iournal de Phyſique. Septbr.* 1789. S. 209. eine ähnliche hydrauliſch-pneumatiſche Luftpumpe, als die Baderſche iſt, angegeben, (ohne, wie es ſcheint, von dieſer etwas gewußt zu haben), bey welcher durch eine kleine Abänderung einige Mängel der letztern glücklich vermieden zu ſeyn ſcheinen. G.

239. §.

Um die eigentliche Dichtigkeit der unter der Glocke verdünnten Luft zu erfahren, giebt Smeaton ein eigenes Werkzeug an, das folgende Einrichtung hat. Ein hohles gläſernes Gefäß DE, 46. Fig. das unten bey E offen iſt, und ohngefähr ſo, wie

eine Birne ausſiehet, hängt mit einer engen Röhre FG zuſammen, die oben bey G zugeſchmolzen iſt. Die Abſicht, wozu es gebraucht werden ſoll, erfodert, daß man das Verhältniß vom Inhalt des ganzen Gefäſſes zum Inhalt der Röhre FG, oder auch eines Theils von ihr, der eine bekannte Länge hat, vorher zu finden ſuche. In ſolcher Abſicht ſucht man vermittelſt einer ſehr ſchnellen Wage das Gewicht von ſoviel Queckſilber, als einmal das ganze Gefäß, und hiernächſt den gegebenen Theil der Röhre füllt: das Verhältniß dieſer Gewichte iſt mit dem geſuchten Verhältniß einerley. Das Gefäß iſt für ſeine Abſicht groß genug, wenn es etwa ein halbes Pfund Queckſilber faſſen kann. Hat man jenes Verhältniß gefunden, ſo weiß man auch das Verhältniß kleinerer Theile der Röhre zum Inhalt des Gefäſſes, und man iſt im Stande auf einer an FG befeſtigten Tafel Abtheilungen zu machen, die bey G anfangen, wovon jede ein Tauſendtheilchen vom Inhalt des ganzen Gefäſſes anzeigt. Ueberdem muß man eine gläſerne Glocke zur Hand haben, durch deren Kopf ein Stift ſo gehet, daß man ihn auf- und abwärts bewegen kann, ohne doch Luft durchzulaſſen. Wenn dieſer Stift einen Haken hat, ſo hängt man das Gefäß DE mit ſeiner Tafel AB vermittelſt eines daran befindlichen Ringes C an dem Haken auf, und ſetzt unter daſſelbe ein Gefäß mit Queckſilber, doch ſo, daß anfangs die Oefnung E das Queckſilber nicht erreicht.

Nun

Nun läßt man die Pumpe arbeiten, und die Verdünnung ſoweit treiben, als es angehet. Hiernächſt drückt man den oben durch die Glocke ſteckenden Stift, tiefer hinein, damit ſich die Oefnung E ins Queckſilber eintauche, läßt darauf die freye Luft wieder unter die Glocke, welche nun das Queckſilber ins Gefäß hineintreiben, und vermittelſt deſſelben die darin befindliche verdünnte Luft zuſammen preſſen wird, welche mit der verdünnten Luft unter der Glocke einerley Dichtigkeit hatte. Dieſe Luft wird ſich nun in einen kleinen Raum oben bey G begeben haben, und aus den auf der Tafel angebrachten Abtheilungen erkennt man das Verhältniß dieſes Raums zum Inhalt des Gefäſſes, folglich auch das Verhältniß der jetzigen Dichtigkeit der eingeſchloſſenen Luft zur vorigen, da ſie durch den Raum des ganzen Gefäſſes ausgebreitet war. Weil die Oefnung E ziemlich weit iſt, ſo können Luft und Queckſilber einander ausweichen, und man kann das Queckſilber durch dieſe Oefnung ausgieſſen, ſo daß der in die enge Röhre FG hineingetretene Theil zurück bleibt. Hält man alsdenn die Röhre horizontal, ſo wird die bey G befindliche Luft bloß von der Atmoſphäre zuſammengepreßt, und ihre Dichtigkeit iſt alsdenn der Dichtigkeit der äuſſern Luft gleich. Die Tafel zeigt alſo nun, wievielmal die Luft vorher dünner geweſen ſey, als die äußere Luft, und man könnte dies Gefäß den **Dichtigkeitszeiger** für die verdünnte Luft nennen. **Smeaton** nennt es von ſeiner Geſtalt die **Birnprobe**.

240. §.

Als Elaſticitätszeiger dient an Smeatons
47. Fig. luftpumpe die unten bey F umgebogene gläſerne Röhre GFC, welche oben bey G durch die Mitte des Tellers der luftpumpe mit dem Raum unter der Glocke Gemeinſchaft hat, ſo wie es oben im 216. §. iſt angegeben worden. Man ſiehet dieſe Röhre zwar in der 41 Figur ebenfalls wie ſie mit dem Teller unten in ſeiner Mitte zuſammen hängt: aber ſie iſt in der 47 Figur um mehrerer Deutlichkeit willen beſonders und etwas gröſſer gezeichnet. Der kurze Schenkel FC iſt bey C zugeſchmolzen. Vor dem Zuſchmelzen bringt man in die Röhre Queckſilber, welches alsdenn in beyden Schenkeln gleich hoch ſtehet, etwa bis an die Horizontallinie AB, und auch nach dem Zuſchmelzen ſo ſtehen bleibt, ſo lange die Oefnung oben bey G mit der äuſſern luft Gemeinſchaft hat. Wird hiernächſt die luft unter der Glocke verdünnt, ſo ſteigt das Queckſilber im längern Schenkel über die Horizontallinie AB hinauf. An der mit dieſem längern Schenkel verbundenen Scale ſind Abtheilungen, welche die Elaſticität der verdünnten luft für jede Höhe der in dieſem Schenkel befindlichen Queckſilberſäule anzeigen. Wird die Pumpe zum Verdichten gebraucht, ſo ſteigt das Queckſilber im kürzern Schenkel, und an demſelben befinden ſich ebenfalls Merkmale, woraus man abnehmen kann, wenn die luft unter der Glocke 2mal oder 3mal dichter iſt, als die natürliche atmoſphäriſche luft. Genauere Berech-

nun-

nungen von dieſem allen findet man im VI. Theil des Lehrbegriffes der geſ. Math. im 91. u. f. §. §. 454 u. f. S.

Der XII. Abſchnitt.

Fernere Verſuche mit der Luftpumpe theils zur Beſtätigung der bisherigen Lehren, theils zur Aufklärung andrer Naturbegebenheiten.

241. §.

Es wird allererſt aufs vollkommenſte begreiflich, warum die gläſerne Glocke, nachdem die luft herausgezogen iſt, ſo feſt an den Teller der luftpumpe haftet, daß man ſelbige nicht, ohne ſie zu zerbrechen, davon würde trennen können, wenn man den Druck der luft gegen die obere Wölbung der Glocke zu berechnen weiß. Er iſt eben ſo groß, als der Druck der luft gegen eine ebene Fläche, die der Grundfläche der Glocke gleich iſt. Die Gründe, worauf der Beweis dieſes Satzes beruhet, habe ich im 43. §. der Aeroſtatik angezeiget, in den Anfangsgründen der math. Wiſſ. 2. Band 274 S. M. ſ. auch im VIten Theil des Lehrbegriffes der geſ. Math. den 135. §. der Pneumat. 541. u. f. S. Man ſetze nur in runden Zahlen dem 201. §. gemäß zum Grunde, daß eine kreisförmige Fläche von 1 Zoll im Durchmeſſer einem Druck von 12 Pfunden ausgeſetzt

ſey, ſo überſiehet man gleich, daß eine Glocke von 6 Zoll im Durchmeſſer mit einer Gewalt von 36mal 12 oder 432 Pfunden gegen den Teller gepreßt werde, wenn die innere Luft ſoweit verdünnt iſt, daß ihre Federkraft nicht merklich mehr wirken kann. Merkwürdig iſt hiebey, daß die Glocke ſich gewöhnlich nicht gleich von ſelbſt wieder löſet, wenn auch die Gemeinſchaft ihres innern Raums mit der äußern Luft wieder hergeſtellet wird. Man muß ſie auf dem Teller in horizontaler Richtung etwas verſchieben, bevor man ſie löſen kann. Dieſer Erfolg wird weiter unten aus andern Gründen erklärt werden.

242. §.

Aus eben den Gründen läßt ſich überſehen, mit welcher Gewalt die unter der Glocke verdichtete Luft ſelbige zu heben ſtrebt. Wenn die innere Luft doppelt oder dreymal ſo dicht iſt, als die atmoſpäriſche, ſo iſt dieſer aufwärts gerichtete Druck der verdichteten Luft gegen die Wölbung der Glocke nochmal ſo groß, als der Druck, womit die Atmoſphäre ſie gegen den Teller preßt. Dieſer nach unten gerichtete Druck der Atmoſphäre hebt allemal einen Theil von jenem Druck auf, und muß von jenem Druck abgezogen werden, wenn man die eigentliche Gewalt finden will; womit die Glocke aufwärts gepreßt wird. Hat die Glocke 7 Zoll im Durchmeſſer, ſo preßt die Atmoſphäre ſie gegen den Teller mit einer Gewalt von 49mal 12 oder 588 Pfunden. Wenn

alſo die Luft darunter dreymal dichter iſt als die atmoſphäriſche Luft, ſo wird die Glocke mit einer Gewalt von 1176 oder beynahe 1200 Pfunden aufwärts gepreßt, und ſoviele Gewalt hat das Schraubengeſtelle auszuſtehen, welches die Glocke halten muß. Will man die Verdichtung ſoweit treiben, ſo muß die Glocke aus hinlänglich dickem guten Glaſe beſtehen, damit man nicht der Gefahr ausgeſetzt ſey, daß die eingeſchloſſene zuſammengepreßte Luft ſie zerſprenge. Allemal aber bleibt es ſehr rathſam, bey einem Verſuch dieſer Art die Glocke mit einem Gitter von ſtarken Eiſendrat zu überziehen, um ſich ſelbſt und andre, die beym Verſuch vielleicht gegenwärtig ſind, gegen Beſchädigung in Sicherheit zu ſetzen, im Fall die Glocke zerſpringen möchte.

243. §.

Auch dem äußern Druck der Atmoſphäre, wenn man unter der Glocke die Luft verdünnt, würde keine Glocke aus ſo dünnem Glaſe, wie ſie gewöhnlich gemacht werden, gewachſen ſeyn, wenn ſie nicht wegen ihrer gewölbten Figur mehr Widerſtand leiſten könnte. Eine Flaſche, die ebene Seitenflächen hat, wird ſehr bald von der äußern Luft zerdrückt, wenn man die innere Luft verdünnt. Ohne indeſſen eben jedesmal eine Flaſche aufzuopfern, bringt man einen ähnlichen Erfolg auch ſo zuwege. Ein metallener Cylinder, der an beyden Seiten offen und wenigſtens 4 Zoll im Durchmeſſer weit iſt, wird an einem

Ende mit einer nicht ſehr dicken Glasplatte zugedeckt, und die Fuge umher mit Wachs oder Kitte luftdicht gemacht. Dieſen Cylinder ſetzt man mit dem offenen Ende, wie ſonſt eine Glocke auf den Teller der Luftpumpe, und nimmt hiernächſt aus dem innern Raum die Luft weg: ſo wird die Glasſcheibe ſehr bald von der Luft zerdrückt. Will man haben, daß die Wirkung ſchnell erfolgen, und die Glasſcheibe in viele Trümmer zerſprengt werden ſoll, ſo muß der Cylinder ſehr niedrig ſeyn, damit in dem innern Raum, welcher alsdenn in Vergleichung mit dem innern Raum der Luftpumpe ziemlich klein ſeyn wird, die Verdünnung der Luft ſchnell erfolgen könne.

244. §.

Hat man über der obern Oefnung des Cylinders ſtatt der Glasſcheibe ein Stück Blaſe ausgeſpannt, und recht feſte aufgebunden; ſo drückt die äußere Luft anfangs in die Blaſe eine Grube, wenn die Luft im Cylinder verdünnt wird, bis endlich die Blaſe zerreißt. Bey dieſem Verſuch muß der Cylinder höher ſeyn, als beym Verſuch mit der Glasplatte, damit für die einwärts gebogene Blaſe Raum vorhanden ſey. Um den Knall zu verſtärken, welcher bey Zerreißung der Blaſe entſteht, läßt man den Cylinder aus ſtarkem Eiſenblech und noch höher machen, als wegen der eben angeführten Urſache nöthig wäre. Das Blech muß alsdenn, wie es die Figur der Cylinderfläche erfodert, recht rund gebogen, und

die

die Fuge ſehr gut verlöthet ſeyn, weil ſonſt auch leicht der Cylinder vom Druck der äußern Luft zuſammen gepreßt und verbogen wird, noch ehe das Zerreißen der Blaſe erfolgt.

245. §.

Ein Paar hohle metallene Halbkugeln von gleichen Halbmeſſern, deren Grundflächen man ſo zuſammen ſetzen kann, daß beyde Ränder gut aneinander ſchließen, wenn man überdem noch das Eindringen der Luft durch einen dazwiſchen gelegten Ring aus naſſem Leder abhält, dienten **Guericken** die Würkung des ſtarken Drucks der Luft recht ſinnlich zu zeigen, und ſie heißen von ihm die **Guerickiſchen**, auch die **Magdeburgiſchen** Halbkugeln. Wenn eine davon mit einer kurzen Röhre und Hahn verſehen iſt, die an der Röhre der Luftpumpe feſtgeſchroben werden kann: ſo haften ſie, nachdem die Luft darin ſoviel möglich iſt verdünnt, und hiernächſt der Hahn verſchloſſen worden, deſto feſter an einander, je größer ihr Halbmeſſer iſt. Denn der Druck der Luft gegen die Wölbung einer jeden von dieſen Halbkugeln iſt dem 241. §. gemäß eben ſo groß, als ihr Druck gegen eine ebene Fläche, die der Grundfläche der Halbkugel gleich iſt. Jede dieſer Halbkugeln wird auswärts in der Mitte mit einem hinlänglich ſtarken Ringe verſehen, damit wenn beyde Halbkugeln zuſammen hängen, vermittelſt dieſer Ringe Kräfte angebracht werden können, um die Halbkugeln auseinander zu reißen.

246. §.

Die erſten Halbkugeln, welche Guerike verfertigen ließ, ſollten $\frac{3}{4}$ einer Magdeburgiſchen Elle im Durchmeſſer haben: allein der Metallarbeiter hatte das Maaß nicht recht getroffen, ſie hielten nur $\frac{67}{100}$ einer Elle im Durchmeſſer. Um die Größe des Drucks der Luft dagegen zu berechnen, muß man die Länge der damaligen Magdeburger Elle kennen, und dieſe habe ich auf folgende Art mit den jeßt bekannten Maaßen zu vergleichen geſucht. Guerike ſagt, ein Magdeburgiſches cylindriſches halbes Stübichenmaaß halte 19 Hunderttheile der Magdeburgiſchen Elle im Durchmeſſer, und die Höhe deſſelben betrage 38 ſolcher Hunderttheile. Daraus findet man, wenn Metii Verhältniß des Durchmeſſers zur Peripherie, wie 113 : 355, gebraucht wird, daß die Grundfläche 283,5 ſolcher Quadrattheile, und der körperliche Inhalt dieſes Cylinders 10773 ſolcher Cubictheile faſſe. Ferner wiegt nach Guerikens Bericht ein ſolches halbes Stübichenmaaß Waſſer 4$\frac{1}{8}$ ſolcher Pfunde, wovon eines das Gewicht von 16 Reichsthalern ausmacht: alſo ſind ohne Zweifel Cöllniſche Pfunde zu verſtehen. Dieſemnach enthielte die damalige Magdeburger Cubicelle 1000000 ſolcher Cubictheile, wovon 10773 den Raum von 4$\frac{1}{8}$ Cöllniſche Pfund Waſſer einnehmen, und man findet nach der Regel Detri 382,9 Pfund Cöllniſch für das Gewicht von ſoviel Waſſer, als den Raum einer Magdeburger Cubicelle füllet. Ein Pariſer Cubicfuß Waſ-

Waſſer wiegt 73 Pfund $12\frac{5}{17}$ Unzen Cölniſch, oder 73,766 Pfund: alſo kann man anſetzen

73,766 ℔ : 382,9 ℔ = 1 Par. Cub. Fuß oder 1728 Cub. Zoll zu einer Magdeb. Cubic-Elle,

und man findet 8969 Pariſer Cub. Zoll für die Größe der Magdeburger Cubicelle, mithin 20,78 Pariſer Zoll für die länge dieſer Elle, oder 249,36 Pariſer linien, alſo ziemlich nahe 250 Pariſer linien, welcher mit der länge der jetzigen leipziger Elle faſt genau überein kommt.

Dieſemnach ſind $\frac{67}{100}$ der ehemaligen Magdeburger Elle ſoviel als 13,923 Pariſer Zoll, und die Quadratzahl davon iſt 193,848 beynahe 194. Wenn alſo die luft auf eine Kreisfläche von 1 Pariſ. Zoll im Durchmeſſer mit einer Gewalt von $13\frac{1}{8}$ Pfund drückt, (201. §.) ſo iſt der Druck gegen eine Kreisfläche von 13,923 Pariſer Zoll im Durchmeſſer 194mal größer, und beträgt 2554 ℔. Eben ſo groß iſt der Druck, womit die luft eine jede von beyden Halbkugeln gegen die andre preßt.

247. §.

Guericke erzählt, das 16 Pferde, wovon 8 auf jeder zogen, ſie entweder gar nicht, oder doch mit äußerſter Anſtrengung ihrer Kräfte nur haben von einander reißen können. Zerriſſen ſie wirklich, ſo war das mit einem ſo ſtarken Knall verbunden, als wenn ein Geſchütz loßgebrannt würde. Anſtatt der oben gefundenen 2554 ℔ giebt zwar Guerickens Rechnung in den Eperim. Nov. Magdeb. Lib. III. Cap. XXII. pag. 103.

die Anzahl von 2687 Pfunden; er nimmt aber auch eine 20 Ellen hohe Waſſerſäule für diejenige an, die mit dem Druck der Luft im Gleichgewicht ſey, und damit würde eine Höhe des Barometers von 29,8 Pariſer Zoll zuſammen gehören, welches eine Höhe iſt, zu welcher es gewöhnlich nicht ſteigt. Bald nachher ließ Guerike noch größere Halbkugeln von eben der Einrichtung verfertigen, die eine ganze Elle im Durchmeſſer haben ſollten, und dieſe auseinander zu reißen, nachdem der innere Raum luftleer gemacht worden, würden mehr als nochmal ſoviele Pferde nöthig geweſen ſeyn. Der Metallarbeiter hatte aber auch diesmal das Maaß nicht genau getroffen, ſie hielten nur $\frac{95}{100}$ einer Elle im Durchmeſſer. Die Quadratzahlen von 67 und 95 ſind 4489 und 9025, jene iſt in dieſer noch etwas mehr denn zweymal enthalten: alſo betrug der Druck der Luft gegen jede von den beyden größern Halbkugeln noch etwas mehr als 5108 Pfuud. Wenn alſo jene von 16 Pferden entweder gar nicht, oder doch nur mit äußerſter Anſtrengung der Kräfte haben zerriſſen werden können; ſo ſind wenigſtens 32 Pferde nöthig geweſen, um die größern auseinander zu reißen.

248. §.

Weil die Luft durch die kleinſten Oefnungen dringt, ſo läßt ſich aus dem Grunde ſchon ſchließen, daß wenigſtens in denjenigen Zwiſchenräumchen der übrigen feſten und flüſſigen Maſſen Luft ent-

enthalten ſeyn müſſe, die mit der äußern Luft in Verbindung ſtehen. Wenn alſo die Maſſe in den Raum unter der Glocke der Luſtpumpe gebracht, und die Luft umher aus dieſem Raum weggenommen wird, ſo muß die Luft aus den Zwiſchenräumchen der Maſſe hervordringen. Die Wirkungen davon fallen am meiſten in die Augen, wenn man gläſerne Gefäſſe, die etwa nur bis zur Hälfte mit einer flüſſigen Maſſe angefüllt ſind, unter die Glocke ſtellt. Im Waſſer, beſonders wenn es vorher ein wenig iſt erwärmt worden, auch im Weingeiſt und Branntwein, ſteigen unzählige Blaſen in die Höhe, und die ganze Maſſe geräth zuletzt in eine ſo ſtark aufwallende Bewegung, als wenn ſie am Feuer kochte. Läßt man die Maſſe eine zeitlang in dieſem Zuſtande, und fährt unterdeſſen mit dem Auspumpen fort, ſo hörts das Aufwallen endlich auf. Läßt man hiernächſt wieder Luft unter die Glocke, und pumpt dieſe alsdenn von neuen weg; ſo bleibt nun das Waſſer entweder völlig in Ruhe, oder die aufwallende Bewewegung iſt doch viel ſchwächer, als ſie vorher war. Was ſolchergeſtalt in Geſtalt der Blaſen hinauf ſteigt, iſt ohne Zweifel die aus den Zwiſchenräumchen des Waſſers hervordringende Luft, und man kann auf ſolche Art das Waſſer wenigſtens größtentheils von der Luft reinigen, die ſich in ſeinen mit der äuſſern Luft zuſammenhängenden Zwiſchenräumchen befindet.

Dieſe Erſcheinung des Waſſers, Weingeiſtes u. d. g. unter der Glocke der Luftpumpe in der Guerikſchen

Leere rührt nicht von der in dieſen Flüſſigkeiten enthaltenen elaſtiſchen Luft her, wie es das Anſehen hat. Anfangs kann dieſe wohl etwas dazu beytragen; allein auch gekochtes Waſſer, daß doch keine Luft mehr aufgelößt enthalten kann, zeigt dies Phänomen. Vielmehr iſt es ein wahres Sieden dieſer Flüßigkeiten, das, wie in der Folge der Hr. V. ſelbſt zeigt, bey deſto geringerer Hitze geſchiehet, je geringer der Druck der Luft auf die Oberfläche der Flüſſigkeit iſt. Das, was alſo Luft ſcheint, iſt Dampf, der aber freylich luftförmig ausſieht, aber nicht wie die Luft permanente Elaſtizität hat. Wirklich kann man auch das Glas mit warmen Waſſer, Branntwein, u. d. gl. leer pumpen, ſo wie man es durchs Kochen ausleeren kann. — Wenn die flüſſige Maſſe einige Zähigkeit hat, ſo zerplatzen die Blaſen, worinn die elaſtiſche Dunſt eingeſchloſſen iſt, nicht gleich; und daher ſchwellt die ganze Maſſe ſo ſtark an. — Bey einigen Körpern iſt es indeſſen auch eine wirkliche luftförmige Flüſſigkeit, was ſich aus ihnen unter der Glocke der Luftpumpe entwickelt, wie z. B. beym Biere, Selterwaſſer, Luftſäure hervorbricht; aber dieſe eigene, von der atmoſphäriſchen verſchiedene Luft, war doch nicht als Luft in den erwähuten Flüſſigkeiten enthalten, ſondern als eine aufgelößte, feſte Säure; ſie wird aber ſogleich luftförmig, ſo bald der Druck der Luft weggenommen wird. Eigentlich geſchiehet die Verwandlung der flüſſigen Körper im Guerikſchen Raume in Dunſt oder in Luft keinesweges durch ein eigenthümliches Beſtreben, ſich zu expandiren, ſondern durch Aufnahme des Wärmeſtoffes; und ſie haben nur im leeren Raume weniger von denſelben nöthig, um dampförmig oder luftförmig zu werden, als wenn der Druck der atmoſphäriſchen Luft auf ſie ſtatt hat. Dies beweiſt die fühlbare Wärme, welche ſich beym Niederſchlagen des Dampfes durch die wieder hinzugelaſſene atmoſphäriſche Luft entwickelt, und die Kälte, welche ſich bey dem Entſtehen des Dampfes unter

dem

dem Recipienten entwickelt, die aber freylich nur durch ein angebrachtes empfindliches Thermometer wahrgenommen werden kann. G.

249. §.

Wenn man ſtatt des Waſſers andre flüſſige Maſſen zu dem Verſuch wählt, ſo iſt der Erfolg eben ſo. Das Bier, zumal das noch friſche Bier, warme Milch, Seifenwaſſer, ſchäumen unter der Glocke, indem die Luft weggepumpet wird, ſehr ſtark und der Schaum ſtürzet ſich endlich über den Rand des Glaſes hinaus. Der Schaum fällt ſo gleich wieder zuſammen, wenn man Luft in die Glocke hineindringen läſſet. Ein Stück Sauerteig, oder aus Mehl und Waſſer gemachter Kleiſter, ſchwillet ſtark auf, wenn man eben ſo damit verfährt, und die Maſſe fällt gleich wieder zuſammen, wenn Luft unter die Glocke gelaſſen wird.

250. §.

Auf ähnliche Art kann man unterſuchen, in wie weit auch die mit der Atmoſphäre zuſammenhängenden Zwiſchenräumchen feſter Maſſen mit Luft angefüllet ſind. Damit man aber wahrnehmen könne, wie die Luft aus den Zwiſchenräumchen ſolcher Maſſen hervor kommt, legt man ſie während des Auspumpens unter der Glocke in ein Gefäß mit Waſſer, welches vorher ſchon von der darin enthaltenen Luft iſt gereiniget worden. Nun wird die aus der feſten Maſſe hervordringende Luft in der Geſtalt von Blaſen im Waſſer aufſteigen: man würde alſo nicht gewiß wiſſen können,

daß dieſe Luft aus der feſten Maſſe käme, wenn man das Waſſer nicht vorher von Luft gereiniget hätte. An einem Stückchen Holz, Kork, oder was man ſonſt für eine Maſſe wählen will, wenn ſie ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, kann man etwas Bley, oder ſonſt etwas ſchweres befeſtigen, damit die leichtere Maſſe ganz ins Waſſer eingetaucht werde. Das Holz findet man nach dem Verſuch, wenn wieder Luft iſt unter die Glocke gelaſſen worden, ganz vom Waſſer durchdrungen, und dabey das ſpecifiſche Gewicht deſſelben ſo vermehrt, daß es nun im Waſſer unterſinkt. Hat man an einem Stückchen Kork nur grade ſoviel Bley befeſtiget, daß das Gewicht von beyden zuſammen das Gewicht von eben ſo vielen Waſſer nur wenig übertrift, ſo wird der Kork während des Verſuchs im Waſſer empor kommen, weil die in ſeinen Zwiſchenräumen ſteckende Luft ihm ausdehnet. Wenn dagegen wieder Luft unter die Glocke gelaſſen wird, ſo ſinkt der Kork wieder zu Boden. Bey Aepfeln, Birnen, Pfirſchen und Apricoſen, und andern Früchten zeigt ſich ein ganz ähnlicher Erfolg.

251. §.

Weil zur Erhaltung des Lebens der meiſten Thiere der beſtändig abwechſelnde Athemzug nöthig iſt; ſo läßt ſich vorausſehen, daß ſie in einer ſehr verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe nicht lange leben können. Die vierfüſſigen Thiere, wenn ſie nicht zu den Amphibien gehören, und die Vögel ſterben daher ſehr bald in ei-

einer ſehr verdünnten Luft unter der Glocke. Wofern man ſchnell genug, ſobald man merkt, daß ſie in Zuckungen verfallen, Luft wieder unter die Glocke läßt, ſo erhohlen ſie ſich oft wieder; nnd bleiben alsdenn am Leben. Die Amphibien ſterben nicht ſobald in dem größtentheils von Luft ausgeleerten Raum, und es ſcheint anfangs, als wenn mit ihnen gar keine Veränderung vorgienge. Die Inſecten leben ebenfalls einen bis zween Tage in einem ſolchen Raum, nur daß ſie darin nicht fliegen können, Bringt man in einem Gefäß mit Waſſer Fiſche unter die Glocke, ſo ſiehet man während des Auspumpens außer den Blaſen, welche die aus den Zwiſchenräumen des Waſſers hervorkommende Luft zuwege bringt, auch zwiſchen den Schuppen der Fiſche Luftblaſen hervorkommen. Die Fiſche ſelbſt können, nachdem die Luft größtentheils weggenommen iſt, nicht mehr auf den Boden des Gefäßes kommen, und ſind genöthiget, an der Oberfläche des Waſſers zu bleiben. Gewöhnlich ſterben ſie, wenn man ſie länger als eine Stunde in dieſem Zuſtande läſſet. Sogleich nach Wiederherſtellung der Verbindung des Raums unter der Glocke mit der äußern freyen Luft ſinken die Fiſche zu Boden, und können nun nicht weiter in die Höhe kommen. Dies iſt wenigſtens alsdenn der Erfolg, wenn ein Theil der Luft herausgetreten iſt, welche vorher die Blaſe des Fiſches anfüllte. Zuweilen findet man bey Oefnung eines ſolchen Fiſches, daß die Blaſe zerriſſen ſey.

252. §.

Die oben im 194 §. ſchon erwehnten Täucherlein kann man unter der Glocke der Luftpumpe nöthigen, daß ſie ſich im Waſſer untertauchen, und wieder hervorkommen, wie man es haben will. Anfangs hängt man ein wenig Bley oder ſonſt etwas ſchweres, aber nur ſoviel daran, daß das Täucherlein mit dem Bley nur wenig mehr wiegt, als eine eben ſo große Menge Waſſer, damit es im Waſſer zu Boden ſinke. Das Gefäß mit Waſſer, worin das Täucherlein auf dem Boden liegt, ſtellt man unter die Glocke der Luftpumpe, und fängt an, die Luft auszuziehen. Weil ſolchergeſtalt der Druck der eingeſchloſſenen Luft gegen die Fläche des Waſſers im Gefäß vermindert wird; ſo hat es den Erfolg, daß die Luft in der Höhlung des Täucherleins ſich mehr ausbreitet, und einen Theil des darin befindlichen Waſſers heraus treibt. Hiedurch wird es ſpecifiſch leichter als vorhin, und ſteigt nun im Waſſer empor. Sobald man es empor kommen ſiehet, laſſe man mit dem Auspumpen nach; und wenn man hiernächſt will, daß das Täucherlein wieder untertauchen ſoll, ſo laſſe man nur Luft unter die Glocke treten. Hierdurch vermehrt man den Druck der eingeſchloſſenen Luft gegen die Waſſerfläche, alſo wird die im Täucherlein eingeſchloſſene Luft wieder mehr zuſammengedrückt, und mehr Waſſer in die Höhlung des Täucherleins gebracht. Das vermehrt ſein ſpecifiſches Gewicht, und verurſacht, daß es wieder zu Boden ſinkt.

253. §.

Man bringe unter der Glocke der Luftpumpe ein kleines Schlagwerk, einen kleinen Wecker, oder ſonſt eine kleine Glocke ſo an, daß man auch alsdenn einen Hammer oder Klöppel kann dagegen ſchlagen laſſen, wenn die Luft möglichſt rein iſt weggepumpt worden. Wenn es ein Schlagwerk, ein Wecker oder ſonſt ein Geſtelle iſt, das die Glocke trägt; ſo ſtelle man es nicht unmittelbar auf den Teller der Luftpumpe, ſondern auf ein mit Baumwolle ausgeſtopftes kleines Küſſen, oder ſonſt auf etwas weiches, damit die Erſchütterungen der klingenden Glocke dem Teller und dem übrigen Gebäude der Pumpe ſich nicht mittheilen können. Eine Glocke für ſich allein, wenn ſie mit keinem Räderwerk verbunden iſt, kann man auch an einer Schnur aufhängen, welche die Erſchütterungen der Glocke nicht fortpflanzt. Dieſe bedeckt man hiernächſt mit einem ſolchen Recipiententen, unter welchem man durch eine oben hineingehende bewegliche Stange den Hammer oder Klöppel, oder auch die ganze Glocke in Bewegung ſetzen kann, ſo daß der Hammer oder Klöppel an die Glocke anſchlagen muß.

Der Erfolg iſt, daß man den Klang der Glocke deſto ſchwächer hört, je mehr die Luft unter dem Recipienten ſchon iſt verdünnt worden. Zuletzt empfindet man gar keinen Klang mehr. wenn man anders die nöthige Vorſicht gebraucht hat, daß ſich die Erſchütterungen der Glocke nicht fortpflanzen können. Auch muß die Luft ſoweit

verdünnet worden ſeyn, daß ſie einer Queckſilber-ſäule von einigen wenigen Linien nur noch das Gleichgewicht halten kann.

Auch andre Arten des Schalles, die ſich noch vom Klange unterſcheiden, hört man nicht mehr wenn der Schall durch ſo etwas erregt wird, das man auf dem Teller der Luftpumpe mit der Glocke bedecken kann, um hiernächſt die umher befindliche Luft wegzunehmen.. Unter andern dient dazu eiu kleiner Wildruf, der die Stimme eines Kuckucks nachahmt, wenn man ihn auf dem Teller der Luftpumpe ſo befeſtiget, daß er mit einem durch die Mitte des Deckels oder der obern Wölbung der Glocke hindurch geſteckten Drath bewegt werden kann.

254. §.

Setzt man ein brennendes Licht auf den Teller der Luftpumpe, und deckt alsdenn eine etwas hohe Glocke darüber, ſo verlöſcht es ſehr bald, wenn man die Luft unter der Glocke verdünnet. Anfangs zieht ſich die Flamme am Docht höher hinauf, ihre ſpitze Figur zieht ſich mehr in eine Ründung zuſammen, die ganze Flamme wird kleiner, und ihre Farbe wird faſt durchgängig blau, da ſie ſonſt nur unten am Docht die blaue Farbe zeigt. Zuletzt ſcheint es, als wenn ſich die Flamme vom Docht loßriſſe, und in eben dem Augenblick verſchwindet ſie gänzlich. Der von dem noch glimmenden Docht aufſteigende Rauch ſchwebet zwar anfangs in der Glocke oben: wenn man aber fortfährt, die Luft unter der Glocke weg-

wegzupumpen, ſo fällt auch der Rauch zuletzt gegen den Teller herrab.

Der XIII. Abſchnitt.

Kurze Erklärung einiger Geſetze der Bewegung des Waſſers, und der Geſetze des Stoßes flüſſiger und feſter Maſſen aneinander.

255. §.

Das prismatiſche oder cylindriſche Gefäß ABCD ſey bis an AD mit ſchwerem Waſſer gefüllt, und in der Mitte des Bodens ſey eine Oefnung FG befindlich, die man nach Gefallen öfnen und wieder verſchließen kann. Der Boden ſtehe wagrecht, damit derſelbe mit der höchſten Fläche des Waſſers, ſo lange es im Gefäß ruhig ſtehet, parallel ſey. Man nehme an, FG werde ſchnell geöfnet, ſo wiederfährt dem im Gefäß befindlichen Waſſer wenigſtens zum Theil das, was einer ſchweren feſten Maſſe, die vorher auf einer Unterſtützung ruhig lag, wiederfährt, wenn die Unterſtützung plötzlich weggenommen wird. Das zunächſt über der Oefnung befindliche Waſſer wird in dieſem Augenblick anfangen nach den Geſetzen der Schwere herab zu ſinken, hiedurch wird das Gleichgewicht aller Elemente der ganzen im Gefäß befindlichen Maſſe 46. Fig.

Waſſer gehoben, und dieſe Elemente kommen insgeſamt mit in Bewegung.

Würde der ganze Boden auf einmal weggenommen, ſo würden alle Elemente der ganzen Maſſe Waſſer nach den Geſetzen der Schwere herab ſinken, kein Element würde dem andern hinderlich fallen, oder auch die Bewegung deſſelben mehr beſchleunigen können, als es für ſich ſchon von der Schwere beſchleuniget wird; alle Elemente würden in paralleler lothrechten Richtungen herabfallen. Wenn dagegen die Fläche der Oefnung kleiner, als die Fläche des Bodens iſt, ſo erfolgt die Bewegung nach ganz andern Geſetzen. Die lothrecht über der Oefnung ſtehende Waſſerſäule HFGI, könnte zwar nach den Geſetzen der Schwere fallen: allein das umher befindliche Waſſer, weil es ſich nach allen Seiten auszubreiten ſtrebt, muß dieſe Bewegung bald ſtören. Die Wege der Waſſertheilchen, welche nicht in einer die Oefnung treffenden lothrechten graden Linie liegen, müſſen ſich deſto mehr biegen, je näher ſie dem Boden des Gefäßes kommen, und je näher ſie anfangs der das Gefäß umgebenden Seitenfläche waren, ohngefehr ſo, wie es die punctirten Linien in der Figur vorſtellen.

Solchergeſtalt bildet ſich über der Oefnung etwas einem Strudel ähnliches, und die Geſchwindigkeit der durchſtrömenden Waſſertheilchen nimmt ſchnell zu nach Geſetzen, die in der Hydraulik weiter ins Licht geſetzt werden müſſen. Soviel erhellet ſehr leicht, daß die Geſchwindigkeit

keit des durch die Oefnung flieſſenden Waſſers größer ſey, als die Geſchwindigkeit, womit die höchſte Fläche AD des Waſſers im Gefäß herab ſinkt. **Die Geſchwindigkeit des Waſſers an der Oberfläche AD iſt in der Geſchwindigkeit des durch die Oefnung fließenden Waſſers ſovielmal enthalten, als die Fläche der kleinen Oefnung FG in der Fläche AD enthalten iſt.**

256 §.

Wenn man das Waſſer aus einem Gefäß durch eine im Boden oder ſeitwärts angebrachte kleine Oefnung auslaufen läßt, den Abgang des Waſſers aber durch neuen Zufluß erſetzt, ſo daß das Gefäß beſtändig voll bleibt; ſo läuft das Waſſer ſehr bald mit unveränderter Geſchwindigkeit durch die Oefnung. Denn die Verſuche lehren, daß in doppelter Zeit doppelt ſoviel, in dreyfacher Zeit dreymal ſoviel auslaufe, als in einfacher Zeit, und ſo ferner fort. Ferner lehren die Verſuche, daß die Geſchwindigkeit womit das Waſſer durch die kleine Oefnung ſtrömt, eben ſo groß ſey, als diejenige, welche ein ſchwerer Körper erlangen würde, wenn er von einer Höhe herabfiele, die eben ſo groß wäre, als die Höhe der oberſten Fläche des Waſſers im Gefäß über der Oefnung, aus welcher das Waſſer hervorſpringt. Wenn alſo mit dem Gefäß ABCD eine Fallröhre 48. Fig.
EFG verbunden iſt, die bey H eine kleine Oefnung a c hat, aus welcher das Waſſer lothrecht in die Höhe ſpringt; und wenn DK die Höhe der ober=

oberſten Waſſerfläche AD über der Oefnung ac iſt; ſo iſt die Geſchwindigkeit des durch die Oefnung ac ſpringenden Waſſers ſo groß, als die Geſchwindigkeit, welche ein ſchwerer Körper erlangt, wenn die Höhe ſeines Falles eben ſo groß, als die Höhe DK iſt. Der ſpringende Waſſerſtrahl würde alſo auch eben dieſe Höhe erreichen, wenn nicht der Widerſtand der Luft und andre Urſachen dieſe Höhe verminderten. Die theoretiſchen Beweiſe hievon aus mechaniſchen Gründen, und andre hieher gehörige Unterſuchungen findet man in meinen **Anfangsgründen der Mathematiſchen Wiſſenſchaften im I. Abſchnitt der Hydraulik**, und noch vollſtändiger im Vten Theil des **Lehrbegriffs der geſammten Mathematik, im I—IVten und XI. XII. Abſchnitt.**

257. §.

So lange das Waſſer in einem Gefäß ruhig ſteht, und man ihm durch keine Oefnung irgendwo den Ausgang verſtattet; ſo lange halten die Preſſungen des Waſſers gegen die Seitenwände des Gefäßes einander im Gleichgewicht. Das Gefäß leidet nur vertical nach unten einen Druck, der dem Gewicht des in demſelben enthaltenen Waſſers gleich iſt, ohne daß es nach horizontaler Richtung etwa gegen die eine Seite mehr, als gegen die gegen überſtehende gepreßt würde. Wenn man aber dem Waſſer durch eine ſeitwärts angebrachte Oefnung den Ausgang verſtattet; ſo hört das Gleichgewicht der horizontalen Preſſungen auf, und

und das Gefäß leidet auch nach horizontaler Richtung einen Druck, der es nach dieſer Richtung wirklich bewegt, wofern nicht die Friction des Bodens, oder andre Urſachen es hindern. Man ſiehet dieſen Druck als eine Zurückwirkung des Waſſers an: er iſt eigentlich ein Effect der Schwere vielleicht auch noch andrer Kräfte, welche auf die Elementartheile des Waſſers wirken. Nur alsdenn äuſſert ſich dieſe Zurückwirkung, wenn die Elementartheile des Waſſers nicht völlig in diejenige Bewegung kommen, worin ſie von den darauf wirkenden Kräften würden verſetzt werden, wenn keines in ſeiner Bewegung dem andern hinderlich wäre.

258. §.

Ein Fall von der Art, wobey keine Zurückwirkung ſtatt hätte, wäre der, wenn das Gefäß ein verticalſtehender Cylinder, und die im Boden befindliche Oefnung der Grundfläche des Cylinders gleich wäre, der im 255. §. kurz iſt berührt worden. Indem die ganze Maſſe Waſſer nach den Geſetzen der Schwere herab ſänke, würde der feſte Umfang des Cylinders gar keinen Druck leiden. In andern Fällen aber, wenn die Geſtalt des Gefäßes es hindert, daß nicht grade diejenige Bewegung der Waſſertheilchen erfolgen kann, welche die darauf würkenden Kräfte ihrer Stärke und Richtung gemäß hervorbringen würden, muß ein Theil dieſer Kräfte gegen das Gefäß drücken, da dann der übrige Theil derjenige iſt, welcher

die wirkliche Bewegung der Waſſertheilchen eigentlich verurſachet. Herr von **Segner** hat zuerſt gewieſen, wie man Maſchinen ſo anordnen könne, daß die Zurückwürkung des aus einem cylindriſchen um ſeine Axe beweglichen Gefäß ausfließenden Waſſers die Kraft abgeben muß, welche die Maſchiene in Bewegung erhält. Nach ſeiner Vorſchrift muß der hohle um ſeine verticalſtehende Axe bewegliche Cylinder ſeitwärts und nahe am Boden mit einer gewiſſen Anzahl gerader und horizontaler Röhren verbunden werden, in welche das Waſſer aus dem Cylinder hinein treten kann. Dieſe Röhren muß man am äuſſern Ende verſchließen, ſeitwärts aber mit einer Oefnung verſehen, durch welche das Waſſer nach horizontaler Richtung ausſtrömen kann. Das ausſtrömende Waſſer wirkt alsdenn auf die Röhren zurück und bringt ſie mit dem Cylinder in Umlauf. H. **Euler** hat darüber vollſtändigere theoretiſche Unterſuchungen angeſtellet, und zugleich noch eine verbeſſerte Einrichtung angegeben. Die vollſtändige Mathematiſche Theorie habe ich im VIſten Theil des **Lehrbegriffes der geſammten Mathematik** im 33. 34 und 35ſten Abſchnitt der **Hydraulik** vorgetragen.

259. §.

49. Fig. Das Gefäß ABCD ſey mit einer von C nach G anfwärts gebogenen Seitenröhre verbunden. die bey G eine enge Oefnung hat, woraus das Waſſer lothrecht in die Höhe ſpringen kann, wenn

das

das Gefäß damit gefüllet wird. Nimmt man an, im Gefäß ſtehe das Waſſer bis an EF, ſo iſt GH die Höhe, welche der durch G ſpringende Strahl erreichen würde, wenn keine Hinderniſſe die ſteigende Bewegung des Waſſers verzögerten. Hiemit verbinde man die Vorſtellung, daß gegen EF ein Stempel oder ſonſt etwas jedoch ſolcher-geſtalt drücke, daß der Druck über der Waſſer-fläche gleichförmig vertheilt ſey: ſo erhellet: daß ein ſolcher Druck die Höhe vergröſſern müſſe, welche der durch G ſpringende Waſſerſtrahl erreicht. Es muß nemlich der Erfolg eben ſo ſeyn, als wenn das Gefäß bis auf eine gröſſere Höhe mit Waſſer angefüllet würde, vorausgeſetzt, daß es hoch genug iſt, um noch mehr Waſſer zu faſſen. Wenn es oben bis an LM reichte, und ſo hoch mit Waſſer angefüllet wäre, ſo würde die Fläche EF von der Waſſerſäule LEFM Druck leiden, und dieſer Druck würde den Erfolg haben, daß der Waſſerſtrahl von G bis K ſtiege, wenn nichts ſeine Bewegung verzögerte. Demnach muß der Druck des Stempels, wenn er eben ſo groß iſt, als der Druck jener Waſſerſäule, den Waſſerſtrahl eben ſo hoch treiben. Dieſe Schlüſſe finden jedoch nur ſo lange ihre Anwendung, als die im 256 §. zum Grunde gelegte Voraus-ſetzung bleibt, daß die Oefnung bey G in Ver-gleichung mit den Querſchnitten des Gefäßes ABCD ſehr klein ſeyn müſſe. M. ſ. den Lehrbe-griff der geſ. Math. im Vten Theil im 264 §. der Hydraul. 415. S.

260. §.

Weiß man, wie groß der Druck ſey, dem die Fläche EF ausgeſetzt iſt, ſo kann man finden, wie hoch eine Waſſerſäule über der Grundfläche EF ſeyn muß, wenn ihr Gewicht dem Druck gegen EF gleich ſeyn ſoll? Eben dieſe Höhe iſt zugleich diejenige, um welche der ſpringende Waſſerſtrahl ſich über der Ebene EF erheben würde, wenn der Widerſtand der Luft und andre Hinderniſſe der Bewegung nicht dieſe Höhe um etwas verminderten.

Würde der Stempel mit einer Gewalt von 100 Pfunden gegen die Fläche EF gedrückt, in einer Röhre von 6 Rheinl. Zollen in Durchmeſſer, ſo würde die Höhe des aus der Oefnung G ſpringenden Strahls durch folgende Rechnung gefunden werden. Man ſetze an.

66 Cölln. ℔. — 1 Cub. F. — 100 ℔?
oder 1728 Cub Zoll
Antw. 2618 Cub. Zoll.

So groß iſt der körperliche Inhalt einer Waſſerſäule, die 100 Pfund wiegt. Ihre Grundfläche ſoll 6 Zoll im Durchmeſſer halten: alſo iſt ihr Flächen Inhalt 28 Quadratzoll. Wird nun der körperliche Inhalt von 2018 Cub. Zoll mit der Größe ihrer Grundfläche von 28 Quadratzollen dividirt, ſo erhält man die Höhe von $93\frac{1}{2}$ Fuß.

261. §.

Ein feſter Körper, der ſich im Flüſſigen bewegen ſoll, muß die Theilchen des Flüſſigen vor ſich her-

her treiben, und dieſe müſſen zugleich wenigſtens zum Theil ſeitwärts weichen, wenn der feſte Körper ſeine Bewegung fortſetzen ſoll. Weil nun die Elementartheilchen der flüſſigen Maſſe wegen ihrer Undurchdringlichkeit der Bewegung auf ähnliche Art widerſtehen, wie eine feſte Maſſe der Bewegung einer andern feſten Maſſe widerſtehet; ſo muß es möglich ſeyn, aus mechaniſchen Gründen die Geſetze herzuleiten, nach welchen die Bewegung des feſten Körpers von dem Widerſtande der flüſſigen Maſſe verzögert wird. Die Gröſſe dieſes Widerſtandes hängt ab von der Dichtigkeit der flüſſigen Maſſe, und zugleich von dem mehrern oder mindern Zuſammenhang ihrer Elementartheilchen unter einander. Er iſt in der dichtern Maſſe gröſſer, in der weniger dichten Maſſe geringer, im Waſſer alſo ſtärker, als in der Luft. Ferner iſt dieſer Widerſtand deſto gröſſer, je gröſſer die Geſchwindigkeit des feſten Körpers iſt, der ſich im Flüſſigen bewegt; je mehr Fläche er dem Flüſſigen entgegen ſetzt, und je weniger die Richtung des Stoßes gegen die Theilchen des Flüſſigen von der ſenkrechten Richtung abweicht.

262. §.

Wenn die vordere Fläche des feſten Körpers eben, und die Richtung der Bewegung aller Elemente des Körpers auf dieſer Fläche ſenkrecht, mithin auch die Richtung des Stoßes gegen die Theilchen des Flüſſigen auf der ebenen Vorderfläche des feſten Körper ſenkrecht iſt; ſo iſt der Wi-

derſtand, welcher die Bewegung des Kör=
pers verzögert, in jedem Augenblick ſo groß,
als das Gewicht einer Säule des Flüſſigen,
deren Grundfläche ſo groß iſt, als die Vor=
derfläche des Körpers, welche dem Wider=
ſtande ausgeſetzt iſt, die Höhe aber ſo groß,
als die Höhe, wovon ein ſchwerer Körper
herabfallen muß, wenn er eine eben ſo groſ=
ſe Geſchwindigkeit erlangen ſoll, als diejeni=
ge iſt, womit ſich der feſte Körper in eben
dem Augenblick im Flüſſigen bewegt (57. §.).
Dieſe Regel läßt ſich aus mechaniſchen Gründen
herleiten; auch ſtimmet die Erfahrung ſo gut, als
es ſich hier erwarten läßt, mit demjenigen über=
ein, was man durch Rechnungen findet, welche
auf dieſe Regel gegründet werden. Könnte man
alle Umſtände die in der Natur eintreten, aufs
genaueſte in Rechnung bringen; ſo würde man
ohne Zweifel finden, daß dieſe Regel einige Ein=
ſchränkung litte.

263. §.

Iſt der feſte Körper welcher ſich im Flüſſigen
bewegt, wie eine Kugel, von einer krummen
Fläche eingeſchloſſen; ſo können nicht alle Stellen
der Vorderfläche deſſelben gegen die Theilchen des
Flüſſigen ſenkrecht anſtoßen, und es bedarf als=
denn einer ganz eigenen aus dem innern der Ma=
thematik hergenommenen Unterſuchung, wenn
man die Gröſſe des Widerſtandes finden will.
Hier genügt für den Fall, wenn der feſte Kör=
per eine Kugel iſt, zu bemerken daß der Wi=

der=

derſtand halb ſo groß ſey, als er es ſeyn würde, wenn eine ebene Fläche ſo groß als der gröſte Cirkel der Kugel ſenkrecht gegen die Theilchen des Flüſſigen anſtieße. Die Beweiſe davon mit mehrern Anwendungen dieſer Theorie findet man im 4ten Theil meines Lehrbegriffes der geſammten Mathematik, im XIX. und XX. Abſchnitt der Mechanik.

264. §.

Waſſer und ſonſt jede flüſſige Maſſe, die gegen einen feſten Körper strömt, würkt gegen denſelben durch den Stoß, und die dem Stoß ausgeſetzte Fläche leidet einen Druck von der dagegen strömenden flüſſigen Maſſe, deſſen Größe nach ähnlichen Regeln gefunden wird, wie man den Widerſtand berechnet, wenn ſich der feſte Körper im Flüſſigen bewegt. Wenn nemlich die flüſſige Maſſe mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit gegen eine feſte Ebene ſenkrecht strömt; ſo leidet dieſe eben ſoviel Druck, als wenn die flüſſige Maſſe ruhete, und ſtatt deſſen die feſte Ebene ſich in der flüſſigen Maſſe mit derſelben Geſchwindigkeit nach einer auf ihr ſenkrechten Richtung bewegte, mithin ſenkrecht gegen die Theilchen des Flüſſigen anſtieße. Dieſen Gründen gemäß laſſen ſich die Kräfte des Waſſers und Windſtoßes auf Rechnungen bringen, welcher man ſich mit ſo großem Vortheil bedienet, bey großen Maſchinen die nöthige Bewegung zu bewirken. M. ſ. davon im Vten Theil meines Lehrbegriffes der geſammten

ten Mathematik den VI. VII. und VIIIten Abſchnitt der Hydraulik, auch im VIſten Theil den IX. X. XI. und XII. Abſchnitt der Pneumatik.

Der XIV. Abſchnitt.

Von
einigen Bewegungen des Waſſers, welche der Druck der Luft verurſachet.

265. §.

46. Fig. Gegen die Fläche EF des im Gefäß befindlichen Waſſers drückt allemal die Atmoſphäre, wenn das Gefäß offen iſt, und die Luft einen freyen Zugang hat. Iſt alsdenn die Oefnung G ebenfalls der freyen Luft ausgeſetzt, ſo drückt die Atmoſphäre auch gegen dieſe Oefnung, und beyde Preſſungen ſind wenigſtens alsdenn im Gleichgewicht, wenn das Gefäß nicht ſehr hoch, und die Fläche EF nicht beträchtlich hoch über der Oefnung G erhaben iſt. Kann man die Oefnung G in einen Raum bringen, der verdünnte Luft enthält; ſo wird die Höhe des ſpringenden Waſſerſtrahls, welche ſonſt nur der Höhe der Waſſerfläche EF über der Oefnung G gleich ſeyn würde, wegen des Drucks der Atmoſphäre gegen EF noch vermehrt werden. Stiege alsdenn der Strahl im völlig leeren Raum: ſo würde dieſe Vermehrung der Höhe 30 bis 32 Fuß betragen.

§. 266.

266. §.

Das Gefäß ABCD ſey mit einem Deckel AD feſt und völlig luftdicht verſchloſſen, im Deckel aber ſey die Röhre EF befeſtiget, die unten bey E nicht völlig bis auf den Boden BC reicht, damit aus dem Gefäße in die Oefnung bey E Waſſer hineintreten könne, wenn man das Gefäß ſelbſt vorher etwa zur Hälfte oder etwas darüber mit Waſſer gefüllet hat. Bey dieſer Einrichtung giebt das Gefäß in allen den Fällen einen Springbrunnen ab, wenn die Federkraft der darin eingeſchloſſenen über der Waſſerfläche GH befindlichen Luft die Federkraft der äuſſern Luft merklich übertrift. Es heißt der Heronsball, weil Hero von Alexandrien, der den Cteſibius, einen berühmten Mechanicus zur Zeit des Ptolemäus Philadelphus und Evergetes, zum Lehrer hatte, in ſeinem bekannten Buch: de ſpiritalibus, es ſo beſchrieben hat. 50 Fig.

267. §.

Die Oefnung bey F muß in Vergleichung mit den Querſchnitten des Gefäßes ſehr klein ſeyn, wenn das Waſſer nach den bisher erklärten Geſetzen zum Springen gebracht werden ſoll. Iſt alſo das Gefäß nicht ſonſt noch mit einer andern Oefnung verſehen, ſo läßt ſich nur auf die im 205 §. beſchriebene Art Waſſer hineinbringen. Um im kleinen mit dem Heronsball Verſuche anzuſtellen, kann ein gläſernes Gefäß mit einer oben hineingeſteckten und darin feſtgekütteten gläſernen Röhre dienen. In daſſelbe bringt man Waſſer

hinein, wenn man ſo, wie es der 205. §. beſchreibt, etwas Luft mit dem Munde herausſaugt, und darauf die Oefnung der Röhre ſchnell ins Waſſer ſteckt. Die im Gefäß über der Waſſerfläche GH befindliche Luft kann hiernächſt ſchon dadurch, daß man durch die Oefnung F etwas Luft mit dem Munde hinein bläſet, dichter gemacht werden, als die äuſſere atmoſphäriſche Luft, und der Erfolg iſt, daß das Waſſer ausſpritzt, ſobald man mit dem Hineinblaſen aufhört.

268. §.

Um deſto bequemer Waſſer in dieſem Heronsball zu bringen, dient unter andern folgende Ein-
50. richtung. Das Gefäß auch ſelbſt alsdenn,
Fig. wenn es aus Glaſe beſtehet, kann mit einem metallenen Deckel luftdicht verſchloſſen werden, in deſſen Mitte wird die Oefnung bey L durch welche die Röhre EF ins Gefäß gebracht werden ſoll, mit einer Mutterſchraube verſehen, und an der Röhre EF, die man alsdenn aus Metal verfertigen läſſet, befindet ſich zugleich die Schraubenſpindel, die zur Mutterſchraube in der Oefnung paſſet. Dieſe Oefnung kann ſo groß ſeyn, daß darin Luft und Waſſer einander ohne Schwierigkeit ausweichen, wenn man auf ſonſt gewöhnliche Art Waſſer hineingieſſet, welches auch vermittelſt eines Trichters geſchehen kann. Hiernächſt wird die Röhre hineingeſteckt, und mit der daran befindlichen Schraube befeſtiget.

Auch dient ſtatt deſſen, wenn das ganze Gefäß aus Metall verfertiget iſt, eine Oefnung unten im Boden bey K, die ebenfalls mit einem guten Schraubendeckel muß verſehen werden. Man hält alsdenn das Gefäß umgekehrt ſo, daß die Oefnng F ſich unten, der Boden BC aber oben befindet, und gießt alsdann durch die Oefnung K Waſſer hinein, welche hiernächſt mit dem Schraubendeckel hinlänglich luftdicht muß verſchloſſen werden.

269. §.

Aus einem Heronsball, der ſo klein iſt, daß man ihn auf den Teller der Luftpumpe ſtellen, und mit der Glocke bedecken kann, ſpringt das Waſſer gleich hervor, ſobald man nach einem oder etlichen wenigen Zügen die Luft unter der Glocke verdünnt, und ſolchergeſtalt ihre Federkraft kleiner gemacht hat, als die Federkraft der im Heronsball eingeſchloſſenen atmoſphäriſchen Luft. Vorher kann man auch unter der Glocke der Luftpumpe ſoviel Waſſer als nöthig iſt auf die Art hineinbringen. Man ſteckt das offene Ende F der 50.
Röhre in ein andres offenes Gefäß mit Waſſer, Fig.
und bedeckt alsdenn alles mit der Glocke. Gleich nach dem erſten Zuge mit der Luftpumpe ſiehet man nun die Luft in der Geſtalt von Blaſen zur Oefnung F heraus treten, und über dem Waſſer empor kommen. Läßt man hiernächſt wieder Luft unter die Glocke, ſo treibt dieſe ſtatt der aus dem Heronsball herausgetretenen Luft Waſſer hinein.

270. §.

Die über dem Waſſer im Heronsball befindliche Luft läßt ſich auch vermittelſt der Druckluftpumpe verdichten, und ſolchergeſtalt kann man zuwege bringen, daß das Waſſer auch in freyer Luft anſehnlich hoch ſpringt, wenn das Gefäß feſte genug, und in ſolcher Abſicht aus Metall verfertiget, auch alles ſo eingerichtet iſt, daß man das Ende F der Röhre an der Luftpumpe gehörig anſchrauben kann. Die Röhre EF wird alsdenn bey M mit einem Hahnen verſehen, um die Oefnung F, nachdem die Luft, ſoviel man es nöthig gefunden hat, iſt verdichtet worden, zu verſchlieſſen. Nachdem das Gefäß von der Luftpumpe wieder iſt gelöſet worden, kehrt man es um, und ſtellet es auf dem Boden, damit das Waſſer den untern, die Luft aber den obern Raum einnehme. Wie hoch hiernächſt nach Oefnung des Hahnen das Waſſer ſteigen werde, das kommt auf den Ueberſchuß der Federkraft der eingeſchloſſenen verdichteten Luft über die Federkraft der äuſſern atmoſphäriſchen Luft an. Von der Höhe derjenigen Waſſerſäule, womit die Federkraft der verdichteten Luft das Gleichgewicht hält, ſubtrahire man 32 Fuß, als die Höhe der Waſſerſäule, womit der Druck der Atmoſpäre das Gleichgewicht hält: der Ueberſchuß iſt die Höhe, welche das aus dem Heronsball ſpringende Waſſer im leeren Raum erreichen würde.

271. §.

Auch ohne weitere Verdichtung wird die Federkraft der eingeſchloſſenen Luft durch die Erhitzung verſtärkt, wenn man den Heronsball auf einen heiſſen Ofen, oder auf glühende Kohlen ſetzet. Es verſtehet ſich, daß man Rückſicht darauf nehmen muß, wie weit die Materie, woraus das Gefäß verfertiget iſt, die Erhitzung vertrage. Füllet man den Heronsball ſtatt des Waſſers mit Weingeiſt oder Kampfergeiſt, ſo kann man den Strahl durch eine Lichtflamme ſpringen laſſen, und ſolchergeſtalt einen feurigen Springbrunnen zuwege bringen. Auch kann man die Einrichtung leicht ſo machen, daß brennender Spiritus beydes zugleich einen kleinen Heronsball erhitzt, und den hervorſpringenden Spiritus anzündet.

272. §.

Der **Heronsbrunn**, eine andere ſinnreiche Erfindung des Hero von Alexandrien, beſtehet aus dreyen über einander geſtellten, und mit Röhren ſo unter einander verbundenen Gefäßen, daß das aus dem oberſten in das unterſte hinabfallende Waſſer die im letztern und zugleich in dem mittlern zur Hälfte oder etwas mehr mit Waſſer gefüllten Gefäß befindliche Luft verdichtet, und ſolchergeſtalt das Waſſer zum Springen nöthiget. Das mittlere Gefäß AB iſt mit dem feſten De- 51.
ckel AO verſchloſſen, durch deſſen Mitte die Fig.
Springröhre EF bis nahe auf dem Boden ſteckt Es iſt an ſich mit dem Heronsball einerley, un-

mittelbar über dem feſten Deckel AO aber iſt das oberſte Gefäß AOWV in Geſtalt einer Schüſſel angebracht, die eben nicht tief ſeyn darf, weil es genüget, wenn ſie einige Zoll hohes Waſſer faſſet. Die Schüſſel hat im Boden AO, welcher zugleich der Deckel des mittelſten Gefäßes AB iſt, bey G eine Oefnung, und von derſelben geht die verticalſtehende Röhre GH auch durch den Boden des Heronsballes AB hinunter bis in das dritte unterſte Gefäß CD durch den feſten Deckel deſſelben hindurch, und dieſe Röhre endiget ſich unten bey H nahe über dem Boden des Gefäßes CD. Im Deckel dieſes unterſten Gefäßes iſt bey I eine Oefnung, und von derſelben ſteigt eine andre Röhre IK durch den Boden des Heronsballes hinauf bis K nahe beym Deckel deſſelben. Gefäße und Röhren müſſen an ſich recht dichte, auch die Stellen, wo Röhren durch einen Boden oder Deckel eines von den Gefäßen hindurch geführet ſind, gegen den Zugang der Luft wohl verwahret ſeyn. Die Röhren ſelbſt dienen zugleich als Stützen, den Heronsball AB mit ſeiner Schüſſel in der nöthigen Höhe über CD zu tragen, womit man zu deſto mehrerer Sicherheit wohl die dritte, auch allenfalls die vierte Stütze verbindet.

273. §.

51. Fig. Waſſer, das in die obere Schüſſel gegoſſen wird, läuft durch die Oefnung G der Röhre GH herab, und ſteigt in dem untern Gefäß CD nach und nach höher. Hiedurch drückt es die in dem

Raum

Raum CPQ darüber befindliche Luft zuſammen, wovon alſo ein Theil durch die Oefnung I in der Röhre IK hinauf ſteigt, und die im Heronsball befindliche Luft im Raum ARSO eben ſo ſtark verdichtet. Die ſo verdichtete Luft treibt das Waſſer in die Röhre EF hinein, wodurch es, wie ſonſt durch die Röhre im Heronsball ausſpritzt. Iſt die Springröhre bey F mit einem Hahnen verſehen, ſo dient er, die Oefnung ſo lange verſchloſſen zu halten, bis ſich die eingeſchloſſene Luft mit der Waſſerſäule MN ins Gleichgewicht geſetzt hat. Nach Oefnung des Hahnen ſteigt alsdenn der hervor ſpringende Strahl gleich anfangs zu ſeiner völligen Höhe. Wenn keine Hinderniſſe und vornemlich der Widerſtand der Luft nicht die Höhe des Strahls verminderten, ſo wäre die Höhe, um welche das ſpringende Waſſer ſich über der Waſſerfläche RS erheben würde, ſo groß, als die Höhe der Säule MN, welche mit der Höhe der Waſſerfläche in der obern Schüſſel AW über der Waſſerfläche PQ im untern Gefäß einerley iſt.

274. §.

In der 52 Figur ſtelle OSTX die obere Schüſſel, und AB das mittlere, CD das untere Gefäß des Heronsbrunnen vor; das mittlere ſey vermittelſt der feſten Ebene abcd und eben ſo das untere vermittelſt der Ebene efgh in zwey verſchiedene Gefäße vertheilt, daß alſo B und D ſo wie A und C, wie ſonſt das mittlere und untere Gefäß des Heronsbrunnen mit Röhren unter einander 52. Fig.

ander verbunden werden können. Von der oberſten Schüſſel erſtrecke ſich alſo die Röhre GH bis nahe über dem Boden ins untere Gefäß, und aus dem Deckel des untern Gefäſſes laufe die Röhre IK hinauf ins mittlere Gefäß bis nahe an den Deckel deſſelben, ſo könnte nun durch den Deckel dieſes Gefäßes eine Springröhre ſich bis nahe auf den Boden deſſelben erſtrecken und ſolchergeſtalt würden beyde Gefäße B und D mit der darüber befindlichen Schüſſel für ſich ſchon einen Heronsbrunnen ausmachen.

Statt deſſen aber laufe nun aus der Stelle L im Boden des Gefäßes B die Röhre LP in das Gefäß C hinab, und endige ſich nahe über dem Boden deſſelben; von der Stelle Q im Deckel des untern Gefäßes C laufe wiederum die Röhre QR ins Gefäß A hinauf, und endige ſich oben nahe am Deckel deſſelben. Damit die Röhre LP auch wenn ſie grade und lothrecht herunter läuft, oben mit dem Gefäße B unten aber mit C zuſammen hängen könne, müſſen die Scheidewände a b c d, und e f g h, ins Kreutz über einander geſtellet werden, oder die Ebenen dieſer Wände müſſen einander ſchneiden, damit wenn oben die Ofnung L rechter Hand der Ebene a b c d liegt, unten die Oefnung P linker Hand der Ebene e f g h liege.

Nunmmehro hängen die Gefäße A und C ebenfalls wie das mittlere und untere Gefäß eines Heronsbrunnen zuſammen. Wenn alſo durch den Deckel des Gefäſſes A wie gewöhnlich die Springröhre EF ſteckt; ſo würde ſich der durch F ſpringende

gende Waſſerſtrahl um eine Höhe über der Waſſerfläche rs erheben, die der Höhe mn der Waſſerfläche mp über der Waſſerfläche nq gleich wäre, wenn mp den Druck der Atmoſphäre litte. Allein über dieſer Waſſerfläche befindet ſich ſchon zuſammengepreßte Luft, die auſſer dem Druck der Atmoſphäre auch noch der Waſſerſäule MN das Geichgewicht hält: demnach erreicht der ſpringende Strahl eine Höhe über der Waſſerfläche rs, die ſo groß iſt, als die Summe der Höhen MN und mn zuſammen genommen.

275. §.

Der ſo angeordnete Springbrunn könnte der doppelte Heronsbrunn, und der im 272. §. beſchriebene der einfache heiſſen. H. **Graveſand** beſchreibt den doppelten Heronsbrunnen ſo wie er hier gezeichnet iſt: (Phyſices Elementa Mathematica Tom. I. Lib. II. Cap XVIII. Exper. 5. pag. 325. et 326, Ed. II.) ſonſt könnten auch die Scheidewände abcd und efgh grade übereinander ſtehen, ohne daß die Ebene der einen Wand die Ebene der andern ſchnitte. Alsdenn dürfte man nur die Röhre LP ſoviel biegen, als nöthig wäre, damit ſie oben rechter Hand der Wand abcd mit dem Gefäße B, und unten linker Hand der Ebene efgh mit dem Gefäße C zuſammen hängen könne. Dem Effect würde das nicht hinderlich ſeyn, weil der Druck des Waſſers in der etwas gebogenen Röhre LP zum Zuſammenpreſſen der in den Gefäßen C und A einge-

geſchloſſenen Luft eben ſo viel beytragen würde, als der Druck der eben ſo hohen graden Säule dazu beyträgt.

275. §.

35. Fig. Eine krummgebogene zweyſchenklichte Röhre ACB hänge über dem feſten Umfang eines mit Waſſer bis an DE gefüllten Gefäßes DEF ſo, daß der eine Schenkel CA ins Waſſer eingetaucht iſt, wenn der andre CB auſſerhalb des Gefäßes frey herab hängt: alsdenn wird bey A Waſſer in die Röhre bis an GH ſo hoch hinauf treten, als das Waſſer im Gefäße ſtehet. Wenn alles in freyer Luft befindlich iſt, ſo ſind beyde Waſſerflächen DF im Gefäß, und GH in der Röhre, dem natürlichen Druck der Atmoſphäre ausgeſetzt, die Preſſungen DF und GH ſind im Gleichgewicht, und es bleibt alles in Ruhe. Sobald aber die Luft über DF allein, oder über GH in der Röhre allein verdünnt würde, ſobald würde auch dadurch das Gleichgewicht gehoben werden: im erſten Fall würde das Waſſer aus der Röhre ins Gefäß, im letzten Fall aus dem Gefäß durch A in die Röhre hineintreten, und über GH oder DF hinauf ſteigen müſſen. Solchergeſtalt kann es dahin gebracht werden, daß das Waſſer im Schenkel AC zu jeder Höhe über der Fläche DF gelangt, welche nicht mehr als 32 Fuß beträgt, weil zu ſolchem Zweck die Luft in der Röhre nur hinlänglich verdünnt werden muß. Wenn die höchſte Stelle C der Röhre nur wenige Füſſe vielleicht nnr wenige Zolle höher als die Waſſerfläche

fläche DF liegt; ſo wird bey einer mäßigen, und im letzten Fall bey einer ganz geringen Verdünnung der Luft in der Röhre das Waſſer ſchon aus dem Schenkel CA in den Schenkel CB hinüber treten, und wegen dieſer Wirkung hat die ſo gebogene Röhre den Namen eines **Hebers** erhalten.

277 §.

In den Heber ſey das Waſſer durch A bis an MN hinein getreten, nun aber nicht allein die Waſſerfläche DF im Gefäß, ſondern auch die Fläche MN des in die Röhre hinein getretenen Waſſers der freyen Luft ausgeſetzt: ſo läßt ſich auf folgende Art beurtheilen, unter welchen Umſtänden das Waſſer durch den Heber aus dem Gefäß herausfließen werde. 53. Fig.

In dem Fall, welchen die Figur vorſtellet, liegt MN ſchon niedriger, als die Waſſerfläche DF, nemlich um die Tiefe LN, und die Fläche MN leidet von oben her eben ſoviel Druck, als wenn über DF noch 32 Fuß hoch Waſſer ſtünde: alſo iſt dieſer Druck gegen MN dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche ſo groß als MN iſt, und deren Höhe 32 Fuß noch um die Höhe LN übertrift. Denn das Waſſer in der Röhre von A bis MN hängt mit dem im Gefäß zuſammen, welches man ſich hoch genug vorſtellen muß, damit über DF noch 32 Fuß hoch Waſſer ſtehen könne. Gegen eben dieſelbe Fläche MN drückt die Atmoſphäre von unten hinauf, und dieſer dem vorigen grade entgegen geſetzte

Der

Druck iſt dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche ſo groß als MN iſt, und deren Höhe 32 Fuß beträgt. In dem Fall alſo, wenn MN niedriger liegt als die Waſſerfläche DF, erhalten Luft und Waſſer einander im Heber nicht im Gleichgewicht, ſondern das Waſſer muß, wenn alles ſich ſelbſt überlaſſen wird, im Heber gegen die Oefnung B herab, und weiter auch aus derſelben herausfließen.

Stünde das Waſſer im Schenkel bis an mn, ſo daß mn nicht höher und nicht niedriger ſtünde, als die Waſſerfläche DF; ſo wäre der Druck gegen mn von oben herab ſo groß, als der Druck der Atmoſphäre von unten hinauf. Demnach würden Luft und Waſſer im Heber im dieſem Fall einander im Gleichgewicht erhalten. Das Waſſer würde ſo hängen bleiben, wenn nicht etwa andre Urſachen das Gleichgewicht ſtörten.

In dem Fall aber, wenn das Waſſer durch A nur bis an PQ hinein getreten iſt, und PQ um den Abſtand KP höher liegt, als DF, leidet PQ von oben herab einen Druck, der ſo groß iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule über dieſer Grundfläche, und deren Höhe, um den Abſtand KP kleiner iſt, als 32 Fuß: alſo iſt dieſer Druck kleiner, als der dieſem entgegen geſetzte Druck der Atmoſphäre, gegen PQ, und dieſerwegen muß das Waſſer durch den Schenkel CA ins Gefäß zurück flieſſen.

278. §.

278. §.

In dem zuerſt betrachteten Fall fließet das Waſſer durch die Oefnung B ununterbrochen ſo lange fort, bis entweder in die Röhre wieder Luft eindringen kann, oder bis das Gleichgewicht ſich auf andre Art herſtellet. Während der Bewegung des Waſſers kann man Gefäß und Röhre zuſammen als ein einziges Gefäß betrachten, das aus beyden zuſammen geſetzt iſt, aus welchem das Waſſer nach eben den Geſetzen ausfließt als wenn ſonſt im Boden, oder an der Seite eine Röhre damit zuſammen hinge, durch welche das Waſſer ausflöße. Wenn alſo die Röhre in Vergleichung mit der Weite des Gefäßes nur eng, oder wenigſtens die Oefnung B, wo das Waſſer ausfließt, in Vergleichung mit den Querſchnitten des Gefäßes nur klein iſt; ſo iſt die Höhe BO, um welche die Waſſerfläche DF im Gefäß über der Oefnung B erhaben iſt, zugleich die der Geſchwindigkeit des durch B ausflieſſenden Waſſers zugehörige Höhe.

Wenn der kürzere Schenkel des Hebers im Gefäß hängt, wie es die 53 Figur vorſtellt; ſo fließet das Waſſer ſo lange durch den Heber, als noch ein Theil dieſes Schenkels im Waſſer eingetaucht bleibt. Die Waſſerfläche DF ſinkt nemlich nach und nach weiter herab, wenn d r Abgang des Waſſers nicht durch neuen Zufluß erſetzt wird. Sobald nun DF bis an RS herab geſunken iſt, und unter RS zu ſinken, anfangen würde, ſobald dringt die Luft bey A in den Heber.

Das Waſſer, was nun in den Heber ſchon hinein getreten iſt, fließt noch durch den Heber weg, aber dem folgt nun die Luft, und es kann kein Waſſer mehr nachfließen.

Was erfolgen müſſe, wenn der längere Schenkel im Gefäß ins Waſſer eingetaucht iſt, und der kürzere auſſer dem Gefäß herab hängt, überſiehet man leicht, wenn man ſich vorſtellet, von dem äuſſern Schenkel ſey unten das Stück NB abgeſchnitten, und MN ſey nun die Oefnung aus der das Waſſer ausfließt. Die Höhe welche der Geſchwindigkeit des durch die Oefnung MN fließenden Waſſers zugehört, iſt alsdenn LN, und wenn dieſe Null wird, ſo fließt das Waſſer nicht weiter durch. Dies erfolgt aber alsdenn, wenn die Waſſerfläche im Gefäß von DF bis df ſoweit herab geſunken iſt, daß die Oefnung MN mit ihr in einerley Horizont liegt: auch weiß man ſchon aus dem 277. §. daß in dieſem Fall alles im Gleichgewicht bleibe. Allemal alſo muß der Heber zu fließen aufhören, wenn die im Gefäß herab ſinkende Waſſerfläche die Horizontalfläche erreicht hat, worin die Oefnung des kürzern Schenkels liegt.

279. §.

54. Fig. Wenn man eine oben und unten offene Röhre, oder auch ſonſt ein Gefäß von willkührlicher Geſtalt wie AFBG, das unten bey B und oben bey A offen iſt, in ein Gefäß ſtellt, das wie HIKL bis an DE voll Waſſer iſt; ſo tritt das Waſſer nach den Geſetzen des Gleichgewichts durch die

untere

untere Oefnung B ins Gefäß AFBG bis an FG ſo hoch hinein, als es außer demſelben im Gefäß HIKL ſtehet. Wird hiernächſt die Oefnung oben bey A verſchloſſen und alsdenn das Gefäß AFBG aus dem Waſſer herauf gezogen; ſo bleibt wenigſtens ein Theil des hineingetretenen Waſſers unter der folgenden Bedingung darin hängen, wofern die Oefnung B eng genug iſt, damit Luft und Waſſer einander nicht leicht ausweichen können. Dagegen fließt alles Waſſer unten heraus, wenn man das Gefäß oben bey A wieder öfnet. Bey der Einrichtung, wie es in der Figur vorgeſtellet iſt, kann man dies Gefäß, mit der Hand an dem Ringe C halten, und die Oefnung A, wenn ſie weniger, als einen Zoll im Durchmeſſer hat, nach Gefallen, mit dem Daumen ſchlieſſen und wieder öfnen: es heißt alsdenn ein Stechheber.

280. §.

Indem man dieſen Stechheber verſchloſſen aus dem Waſſer herausziehet, fängt das hineingetretene Waſſer an etwas herabzuſinken. Dieſerwegen wird der Raum über dem Waſſer welches ſich jetzt etwa bis PQ erſtreckt, im Stechheber gröſſer. Vorher war der Raum AFG mit atmoſphäriſcher Luft angefüllet, und dieſe hat ſich in den gröſſern Raum APQ ausgebreitet. Dieſe innere Luft iſt nun dünner und weniger elaſtiſch, als die äußere atmoſphäriſche Luft. Die dem Druck der innern Luft gegen die Waſſerfläche PQ zugehörige Höhe iſt kleiner als 32 Fuß: alſo

kann der Druck der Atmoſphäre gegen die untere Oefnung B das Waſſer im Stechheber in einer Höhe BM erhalten, die ſo groß iſt, als der Ueberſchuß der Höhe von 32 Fuß über der Höhe, welche dem Druck der innern Luft gegen PQ zugehört.

Wäre der Stechheber anfangs ganz ins Waſſer eintaucht, mithin auch ganz bis an A mit Waſſer gefüllt worden; ſo würde alles Waſſer darin beym Herausziehen nach Verſchließung der obern Oefnung hängen bleiben: es müßte denn die Höhe AB mehr als 32 Fuß betragen, welches aber beym gewöhnlichen Gebrauch des Stechhebers der Fall nie ſeyn wird.

281. §.

55. Fig. Wenn eine aufrecht ſtehende unter 32 Fuß hohe Röhre AB unten bey A in einem Gefäß mit Waſſer ſteht, das der freyen Luft ausgeſetzt iſt, oben aber bey B mit einem an allen Seiten luftdicht verſchloſſenen Gefäß CD verbunden iſt, worin man die Luft ſtark genug verdünnen kann; ſo kann dadurch das Waſſer in der Röhre AB zum Steigen gebracht werden, daß es ſich in das Gefäß, worin man die Luft verdünnt hatte, ergießt. Das Gefäß CD ſey mit einem andern GH, das lothrecht unter demſelben ſeine Stelle hat, vermittelſt der Röhre EF verbunden, und dieſes untere Gefäß GH endige ſich in eine Röhre KL, die mit dem Hahn I nach Gefallen geſchloſſen und wieder geöfnet werden kann. Durch eine oben

in eben dieſem Gefäß GH angebrachte Oefnung, die luftdicht muß verſchloſſen werden können, fülle man es mit Waſſer an, und nachdem alles gegen den Zugang der Luft hinlänglich iſt geſichert worden, öfne man den Hahn I, damit das Waſſer durch die Röhre KL heraus laufe. Nun wird die Luft, welche vorher das obere Gefäß CD mit den Röhren AB und EF füllte, ſich in den Raum des Gefäßes GH mit verbreiten, das wird ihre Federkraft ſchwächen, und die gegen die Fläche MN drückende Atmoſphäre wird das Waſſer in der Röhre AB hinauf treiben. Eine ſolche Anordnung heißt ein **unterbrochener Heber**. H. **von Wolff** beſchreibt ihn in den Elementis Matheſ. Vniverſae, Tom. II. Hydraul. §. 77. pag. 446, und noch vollſtändiger **Leupold** im Theatro Machinar. Hydraul. T. I. §. 12. pag. 7.

282. §.

Man kann den unterbrochenen Heber mit dem Heronsball vermittelſt einer ſolchen Anordnung verbinden, die dem Heronsbrunnen ähnlich iſt, und auf ſolche Art mehr als eine artige Erſcheinung zuwege bringen. Von zweyen über einander geſtellten Gefäßen AB CD, iſt das obere AB 56. Fig. durch die Scheidewand EF in zwey verſchiedene Gefäße A und B abgeſondert, und von dieſen Gefäßen muß jedes für ſich luftdicht ſeyn. Aus dem Boden des einen obern Gefäßes B läuft eine Röhre GH herab durch den Deckel des untern Gefäßes bis nahe auf den Boden deſſelben; eine

andre Röhre KL aber erſtreckt ſich vom Deckel des untern Gefäßes hinauf durch den Boden des andern obern Gefäßes A bis oben nahe an den Deckel deſſelben. Jede von dieſen Röhren iſt mit einem Hahn verſehen, den man öfnen und wieder ſchließen kann. Ueberdem hat jedes von den beyden obern Gefäßen oben eine Oefnung, welche Waſſer hinein zu bringen dient, und hiernächſt luftdicht wieder geſchloſſen werden kann. Durch den Deckel des Gefäßes A ſteckt die Röhre MN, wie die Springröhre des Heronsbrunnen, durch den Deckel des andern Gefäßes A eine gebogene Röhre OP, die als Heber dient, wenn der kurze Schenkel bey O in das Gefäß RS ſo tief herab hänget, daß er ſich ins Waſſer taucht, wenn man dies Gefäß damit anfüllet.

Außer dieſem Gefäße RS fülle man auch noch die beyden andern obern Gefäße A und B jedoch nicht ganz voll mit Waſſer an, damit über dem Waſſer noch etwas Luft und die Oefnung L der Röhre KL frey bleibe. Man öfne den Hahn I, ſo wird aus dem Gefäße B durch die Röhre GH das Waſſer in CD hinab flieſſen, die über dem Waſſer in B gebliebene Luft wird verdünnt. Demnach fängt der Heber OP an, das Waſſer aus RS zu ziehen. Zugleich wird im untern Gefäße CD die Luft durch das hineinfallende Waſſer zuſammen gedrückt, und wenn man den Hahn Q öfnet, auch die im Gefäße A über dem Waſſer befindliche Luft; ihre Federkraft wird dadurch vermehrt, und ſie treibt das Waſſer in der Röhre MN hin-

auf

auf, woraus es bey N ausſprißt, und vom Gefäß RS aufgefangen wird. Dieſe Einrichtung hat der Kircherſche Brunnen, welcher einen Storch vorſtellet, der das Waſſer ausſäuft, was eine Schlange ausſpeyet. Die Röhre MN wird durch den Körper der Schlange, und der Heber OP durch den Körper des Storchs geleitet.

283. §.

Wenn der längere Schenkel EF des gebogenen Hebers GEF im Boden BC des Gefäßes ABCD befeſtiget, und der ganze Heber nicht völlig ſo hoch als das Gefäß iſt; ſo fängt der Heber von ſelbſt an zu flieſſen, wenn man das Gefäß mit Waſſer füllet, ſobald die obere Fläche deſſelben über die obere Biegung E des Hebers ſteigt. Hat man das Gefäß nicht völlig bis zu dieſer Höhe gefüllet, ſo bleibt das Waſſer darin ruhig ſtehen: wenn man aber das Gefäß ganz anfüllet, ſo fließt von ſelbſt alles Waſſer heraus. Der Diabetes der Alten iſt ein Heber, der gewöhnlich eben ſo im Boden eines Gefäßes befeſtiget wird, und ſich nur dadurch vom gewöhnlichen gebogenen Heber unterſcheidet, daß der eine Schenkel in dem andern ſteckt. Durch den Boden BC des Gefäßes ABCD ſteckt die an beyden Enden offene Röhre EF, und dieſe iſt mit einer weitern etwas höhern Röhre GHI bedeckt, welche ſonſt allenthalben verſchloſſen, unten aber am Boden des Gefäßes ſeitwärts bey G mit einer Oefnung verſehen iſt. Waſſer, womit das Gefäß ABCD gefüllet wird, dringt durch die Oefnung G in den

57. Fig.

58. Fig.

zwiſchen beyden Röhren befindlichen Zwiſchenraum, und ſteigt darin eben ſo hoch, als im Gefäß ſelbſt, weil die darin befindliche Luft durch die engere Röhre EF ihren Ausweg findet. Sobald alſo das Waſſer anfängt, über E hinauf zu ſteigen, ſobald tritt es auch bey E in die engere Röhre hinein, fängt an durch dieſelbe auszufließen, und läuft ſo lange, bis die Waſſerfläche im Gefäß ſo weit herab geſunken iſt, daß ſie die Oefnung bey G erreicht hat.

284. §.

59. und 61. Fig. Die Schenkel AB und AC des gebogenen Hebers können entweder alle beyde von B nach E und von C nach D oder auch nur einer von B nach E wieder aufwärts gekrümmt ſeyn, und das Waſſer fließt auch alsdenn nach den bisher erklärten Geſetzen hindurch Wenn der Schenkel ACD ſo tief im Waſſer hängt, daß die Oefnung D untergetaucht iſt, und alsdenn im Schenkel ABE die Luft verdünnt wird; ſo ſteigt das Waſſer über A hinaus in den Schenkel ABE hinein. Soll es alsdenn aus der Oefnung E ausfließen; ſo wird erfordert, daß die Oberfläche des Waſſers im Gefäß, worin der Schenkel ACD hängt, über der Oefnung E erhaben ſey.

In dem Fall, welchen die 59ſte Figur vorſtellet, liegt die Oefnung D, wo das Waſſer hinein tritt, höher als die Oefnung E des Ausfluſſes; alſo muß der Heber aufhören zu fließen, wenn im Gefäß die Waſſerfläche bis an D herabgeſunken iſt. Von dem in den Heber ſchon hinein getretenen

nen Waſſer fließt alsdenn nur ſoviel noch heraus, als in dem Schenkel CD ſich über der wagrechten Ebene befand, worin E liegt, der übrige Theil FCABE des Hebers bleibt gefüllt: es müſte denn die lothrechte Höhe AG der oberſten Biegung des Hebers über der Oefnung E mehr als 32 Fuß betragen Die Urſache davon iſt, weil die Preſſungen der Atmoſphäre gegen E und F das Waſſer im Heber erhalten.

285. §.

Wenn die höchſte Stelle A des Hebers mehr denn 32 Fuß hoch über der Oefnung D erhaben wäre; ſo hätte der Heber nicht ſo lange fließen können, bis die Waſſerfläche im Gefäß ſich bis an D herabgeſenkt hätte. Um indeſſen deſto deutlicher zu überſehen, wie weit die Wirkung der Luft hier eingeſchränkt ſey: ſetze man, der Theil des Hebers FCABE ſey voll Waſſer. Ferner ſey A die höchſte Stelle des Hebers, und man ſtelle ſich daſelbſt einen Querſchnitt vor ſenkrecht auf der Axe der Röhre: ſo leidet derſelbe von jeder Seite her ſoviel Druck, als wenn über E ſowohl als auch über F noch eine 32 Fuß hohe Waſſerſäule ſtünde. Alſo iſt von jeder Seite her der Druck gegen den Querſchnitt bey A ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule über einer ſo großen Grundfläche als der Querſchnitt iſt, und in einer Höhe von 32 Fuß weniger AG. Wenn demnach AG mehr als 32 Fuß ausmachte, ſo würde ſich das Waſſer oben bey A theilen, und es wür- 59. Fig.

de in jedem Schenkel nur 32 Fuß hoch über der an eben der Seite befindlichen Oefnung ſtehen bleiben können.

286. §.

Hieraus erklärt ſich zugleich ſehr deutlich der Erfolg eines ſonderbar ſcheinenden Verſuches, den Herr **Mariotte** im Traité du mouvement des
60. Fig. eaux II. Partie, I. Diſcours, pag. 93. der Pariſer Ausgabe anführt. Man wählt eine viereckte gläſerne Flaſche AB von mäßiger Größe, damit man ſie auch auf den Teller der Luftpumpe ſtellen, und mit einer Glocke bedecken kann. In eine Seitenfläche dieſer Flaſche läßt man bey C ſo hoch über dem Boden, als es gefällig iſt, ein kleines Loch bohren, etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer groß, den Hals FG aber läßt man mit einem meſſingenen Ringe einfaſſen, der entweder einen guten Kork, oder mehrere übereinander liegende Scheiben von eingeölten Leder luftdicht umſchließt. Oben durch die Mitte des Korks, oder der ledernen Scheiben, wird eine grade gut ausgeſuchte cylindriſche Glasröhre geſteckt, die ſich darin nach der Länge verſchieben läſſet, ohne daß die Luft durchdringen könne. So beſchreibt H. v. **Wolff** die Einrichtung im 1ſten Theil der **Nützlichen Verſuche** im V. Cap. 87. §. 157. S. und Herr **Lowitz** in ſeiner **Sammlung der Verſuche**, wodurch ſich die **Eigenſchaften der Luft** begreiflich machen, und ihre **Wirkungen** erklären laſſen, im 23 §: auch iſt ſie der Abſicht des Verſuchs

ſuchs angemeſſener, als wenn nach Mariotte die Röhre im Halſe der Flaſche feſt gekuttet wird.

Man füllet nemlich die Flaſche mit Waſſer, welches am leichteſten angehet, wenn man ſie bis an den Hals FG in ein andres Gefäß mit Waſſer ſtellet, und die Röhre DE ſo hoch hinauf ziehet, daß die untere Oefnung D nur noch in der Oefnung des Halſes ſteckt. Nachdem darauf die Flaſche aus dem Waſſer herausgenommen, und für ſich allein frey hingeſtellet iſt; kommt der fernere Erfolg darauf an, wie tief die Röhre DE in die Flaſche hinein geſteckt iſt. So lange ihre untere Oefnung D nicht völlig ſo tief niedergeſtoßen iſt, daß ſie mit dem obern Rande der Seitenöfnung C in einerley wagrechten Ebene befindlich iſt; ſo lange fließt das Waſſer durch die Seitenöfnung C aus, und in die Röhre ſelbſt tritt kein Waſſer hinein. Der Ausfluß wird deſto ſchneller, je höher man die Röhre hinauf ziehet, und deſto langſamer, je tiefer man die Oefnung D nieder ſtößet. Sobald aber die eben erwehnte Oefnnng D der Röhre mit dem obern Rande der Seitenöfnung C gleich tief, oder noch tiefer nieder geſtoßen iſt; ſo bald hört die Bewegung des Waſſers auf, durch die Seitenöfnung C fließt nichts mehr heraus, und in die Röhre tritt unten durch D das Waſſer nur bis an die Stelle N hinein, welche mit dem obern Rande der Seitenöfnung C in einerley wagrechten Ebene liegt.

287. §.

287. §.

Gegen die Seitenöfnung C drückt die Atmoſphäre von außen ſo ſtark, als wenn damit eine Röhre CKL 32 Fuß hoch voll Waſſer verbunden wäre, und einem eben ſo großen Druck iſt der wagrechte Querſchnitt HI des Waſſers in der Flaſche von dieſer Seite her ausgeſetzt. Von den übrigen wagrechten Querſchnitten leidet jeder höher liegende wie PQ weniger Druck, jeder tiefer liegende wie RS aber leidet mehr Druck. Die Höhe des Drucks gegen PQ beträgt 32 Fuß weniger NO, die Höhe des Drucks gegen RS aber 32 Fuß um die Höhe ND vermehrt. Ferner iſt die Röhre oben bey E offen, und in derſelben befindet ſich atmoſphäriſche Luft, welche gegen die Waſſerfläche in der Röhre ebenfalls ſo ſtark preßt, als wenn eine Röhre voll Waſſer 32 Fuß hoch darüber ſtünde.

Nun ſey anfangs das untere Ende der Röhre nur bis O niedergeſtoßen; ſo kann kein Waſſer bey O hinein treten. Es wäre ſonſt an dieſer Stelle die Höhe des Drucks von oben her noch gröſſer als 32 Fuß, die Höhe des entgegen geſetzten Drucks aber iſt kleiner als 32 Fuß. Eben daraus iſt begreiflich, daß das Waſſer ſo lange durch C ausflieſſen müſſe, als das untere Ende der Röhre noch irgendwo in O oberhalb des Querſchnitts HI befindlich iſt. Denn gegen O, weil daſelbſt kein Waſſer hinein tritt, drückt die Atmoſphäre, und die Höhe des Drucks beträgt 32 Fuß: alſo iſt der Qnerſchnitt HI von oben her einem Druck

Druck ausgeſetzt, deſſen Höhe 32 Fuß um die Höhe ON vermehrt ausmacht. Hiemit hält alſo der Gegendruck der Atmoſphäre bey C kein Gleichgewicht, der Druck von innen nach außen iſt ſtärker, alſo muß das Waſſer ausfließen.

Wird das untere Ende der Röhre bis an den Querſchnit HI herabgeſtoßen; ſo beträgt die Höhe des Drucks von oben her 32 Fuß eben ſo, wie die Höhe des Drucks gegen die Seitenöfnung C: demnach iſt nun das Gleichgewicht da, und es kann das Waſſer nicht mehr durch C ausfließen. Wird endlich die Oefnung der Röhre noch tiefer bis D niedergeſtoßen; ſo beträgt die Höhe des Drucks von oben her gegen D, ſo lange noch kein Waſſer in die Röhre getreten iſt, nur 32 Fuß, aber wegen des Drucks gegen C iſt die Höhe des Drucks gegen D von unten um die Höhe ND größer als 32 Fuß: dieſerwegen ſind beyde entgegen geſetzte Preſſungen nicht im Gleichgewicht, es muß vielmehr durch D Waſſer in die Röhre bis an den Querſchnitt HI hinein treten. So bald es dieſe Höhe erreicht hat, ſobald iſt die Höhe des Drucks von beyden Seiten her gleich, und es iſt das Gleichgewicht hergeſtellet.

288. §.

Von den bisherigen Lehren laſſen ſich noch mancherley Anwendungen machen, um Erſcheinungen darzuſtellen, die bey Zuſchauern, welche davon gar keine Kenntniſſe haben, nicht wenig Verwunderung erregen können. Unter andern

ge-

gehöret dahin die ſcheinbare Verwandelung des Waſſers in Wein vermittelſt der zum Scherz ſo genannten magiſchen Tonne, oder des magiſchen Trichters. Ein Gefäß ABCD, dem man
62. Fig. die Figur einer Tonne giebt, wird vermittelſt der Wand EF in zwey von einander abgeſonderte Räume AEFB und EDCF getheilt, und beyde werden vermittelſt der gebogenen Röhre MLKI in Verbindung gebracht. Unten bey Q und R ſind Oefnungen mit Schraubendeckeln, um flüſſige Maſſen in die abgeſonderten Räume hineinzubringen, oder auch wieder herauslaufen zu laſſen. Durch das Spundloch E läuft die Röhre EH mehrentheils bis auf den Boden im Raum EFCD, der Raum AEFB aber hat an der Seite AB eine Oefnung an einer höhern Stelle als ſonſt bey einer Tonne gewöhnlich iſt, um die gebogene Röhre NOP hindurch zu führen, die bey P nahe den Boden erreicht, bey N aber mit einem Hahn verſehen iſt.

Durch die Oefnung Q füllet man den Raum AEFB etwa halb voll Wein, und verſchließt hiernächſt Q ſowohl mit dem Schraubendeckel als auch N mit dem Hahn. Hiernächſt ſtellet man das Spundloch E oben, und gießt durch daſſelbe Waſſer in den Raum EFCD, welches in eben dieſem Raum, und wegen der Verbindungsröhre IKLM zugleich in dem Raum AEFB, die Luft wie im Heronsbrunn zuſammen drückt. Wenn demnach nunmehro der Hahn N geöfnet wird, ſo fließt

fließt daſelbſt ohngefehr ſoviel Wein heraus, als Waſſer in das Spundloch gegoſſen war.

289. §.

Des magiſchen Trichters erwehnt H. **Lowiz** in **der Sammlung der Verſuche, wodurch ſich die Eigenſchaften der Luft begreiflich machen laſſen, hinten im Anhange** num. 10, ohne davon eine Beſchreibung zu geben: die Einrichtung und der Gebrauch deſſelben beruhet indeſſen nur allein auf den Eigenſchaften des Stechhebers. Aeußerlich ſiehet der Trichter ABFCD wie jeder andre aus, aber das oberſte coniſche Stück ABCD iſt gedoppelt: inwendig befindet ſich noch der abgekürzte Kegel AED, welcher mit dem andern ABCD an der Peripherie der gemeinſchaftlichen Grundfläche AD luftdicht zuſammen geſetzt iſt, und gegen die andre Grundfläche E zu ſich enger als der andre zuſammen ziehet. Das Loch E iſt offen, und BFC iſt die gewöhnliche coniſche Röhre unten am Trichter. Bey D befindet ſich der gewöhnliche Ring, um den Trichter daran zu halten, und an eben der Stelle unter dem Ringe bey G ein kleines Loch im Umfange des äußern Kegels ABCD. 63. Fig.

Dieſen Trichter füllet man anfangs mit Wein, indem man die untere Oefnung F mit dem Finger verſchloſſen hält: alsdenn ſteigt nach den Geſetzen des Gleichgewichts der Wein auch in den Raum ABEGC zwiſchen den beyden abgekürzten Kegeln, die Luft aber tritt durch das kleine Loch

G hinaus, welches um deswillen ſo lange offen bleiben muß. Nunmehro aber faſſet man den Trichter ſo an, daß man zugleich das Loch G mit dem Daumen verſchließt, und läßt den Wein unten zum Loch F herauslaufen: ſo bleibt doch der Raum ABEGC mit Wein gefüllt. Ferner läßt man von einer andern Perſon aufs neue etwas Waſſer, nicht völlig ſoviel, als den Raum ABEGC füllen würde, in den Trichter gießen, indem man die Oefnung F wieder verſchloſſen hält. Wenn darauf beyde Löcher F und G zugleich geöfnet werden; ſo läuft mit dem Waſſer zugleich der Wein zum Loch F heraus, und es hat das Anſehen, als wäre das Waſſer in Wein verwandelt worden. Damit die Farbe des Weins, wenn er mit Waſſer vermiſcht zum Loche F heraus läuft, nicht zu blaß ausfalle, kann man rothen Wein wählen.

290. §.

Beym Kircherſchen unterbrochen fließenden Brunnen hemmet das Waſſer ſelbſt jedesmal auf kurze Zeit den Zufluß der Luft zu den innern Raum
64. des Gefäßes ABCDEF, aus welchen es durch
Fig. die Oefnungen bey A und F ausfließet. Dieſes Gefäß kann jede willkührlich gewählte Geſtalt haben, nur muß es luftdicht ſeyn. Durch den Boden AF geht die an beyden Enden offene Röhre GH, welche zugleich als Stütze dient, um das Gefäß in einiger Höhe über dem untern offenen Gefäß KPQM zu erhalten, damit letzteres das aus jenem herabfließende Waſſer auffange. In der

Mitte

Mitte des untern offenen Gefäßes LPQM iſt die kurze Röhre IK befeſtiget, die ſo weit iſt, daß die Röhre GH, wenn ſie mit dem untern Ende hinein geſteckt wird, grade darin paſſet, aber doch auch noch darin beweglich bleibt. Nicht nur die kurze Röhre IK hat unten am Boden ſeitwärts eine Oefnung bey H, ſondern auch die darin ſteckende Röhre GH hat unten einen Einſchnitt, damit wenn dieſer Einſchnitt auf die Oefnung in der Röhre IK zutrift, die Luft von unten durch die Röhre HG ins obere Gefäß hinein treten, und den Raum wieder einnehmen kann, den das bey A und F ausfließende Waſſer leer läſſet.

Um nun zuerſt das obere Gefäß ABCDEF mit Waſſer zu füllen, zieht man es aus der Röhre IK heraus, und ſteckt es umgekehrt in ein andres Gefäß mit Waſſer; ſo kann durch die Löcher A, F, Waſſer hinein treten, weil die Luft durch den Weg GH ausweicht. Auch kann man durch die Röhre HG Waſſer hinein laufen laſſen, und die Luft wird durch die Oefnungen A, F ausweichen. Hiernächſt verbindet man dies Gefäß wieder mit dem untern, ſo wie es die 64ſte Figur vorſtellet, da dann das Waſſer aus den Oefnungen A, F, ſo lange abflieſſen wird, bis es im untern Gefäß, wo es aufgefangen wird, über die Oefnung bey H geſtiegen iſt, und nun den Zugang der Luft ins obere Gefäß durch dieſe Oefnung hemmet. Bald nachher hört das Waſſer auf zu flieſſen, und kann nur wieder anfangen, wenn das im untern Gefäß aufgefangene abfließt, und auf ſol-

ſolche Art der Luft der Weg durch H wieder geöfnet wird. Mitten im Boden der Röhre IK iſt in ſolcher Abſicht eine kleine Oefnung R gemacht, und unter dem Boden LM des offenen Gefäſſes LPQM befindet ſich das dritte Gefäß LNOM, welches das durch R abflieſſende Waſſer aufnimmt. Es wird mit einigen Löchern, wie L, M, verſehen, theils damit die Luft dem durch R hineinflieſſenden Waſſer ausweichen könne, theils um durch einige dieſer Oefnungen das Waſſer wieder heraus laufen zu laſſen.

Mehrere Anwendungen der Lehre vom Drucke der Luft zur Erklärung verſchiedener Phänomene, die im gemeinen Leben häufig vorkommen, laſſen ſich leicht machen: dahin gehört das Saugen der Kinder, das Trinken der Menſchen und mehrerer Thiere, des Tobakrauchen, das Athemholen ſelbſt, das Füllen der Blaſebälge mit Luft, der Zug in den Windöfen, die Bewegung der Ventilatoren, die Schwierigkeit, eine Flüſſigkeit von einem Faſſe abzuzapfen, deſſen Spundloch geſchloſſen iſt, u. ſ. w. G.

Der XV. Abſchnitt.

Von einigen beſondern Eigenſchaften der flüſſigen Maſſen und beſonders dem Zuſammenhange ihrer Theilchen unter ſich und mit feſten Maſſen.

291. §.

35. Fig. Wenn oben in einer gefüllten Barometerröhre, wie ſie die 35ſte Figur vorſtellet, die Län-

ge

ge AH des Torricellianiſchen leeren Raums nur wenige Zolle beträgt, und die Röhre aus der verticalen Stellung etwas gegen den Horizont geneigt wird; ſo ſtößt das Queckſilber mit einem ſtarken Geräuſch oben bey A an das zugeſchmolzene Ende der Röhre, und man muß ſich dabey in acht nehmen, daß die Röhre dadurch nicht zerbrochen werde. Wegen einer ähnlichen Wirkung des Queckſilbers iſt oben im 219 §. bey einem Verſuch mit der Luftpumpe ſchon eine nöthige Vorſichtigkeit empfohlen worden. Man laſſe an dem einen Ende einer Glasröhre, die etwa 8 bis 12 Zolle lang, und ½ Zoll im Durchmeſſer weit ſeyn kann, eine Kugel ſchmelzen, die Röhre hiernächſt zum Theil mit Waſſer füllen, und durch Erhitzung die Luft aus dem übrigen Raum wenigſtens groſſentheils heraus treiben, darauf aber die Röhre ſogleich zuſchmelzen: ſo hat man den ſogenannten Waſſerhammer. Das in demſelben eingeſchloſſene Waſſer läßt man anfangs in der Kugel, indem man ſie unten hält, zuſammen laufen, und kehrt darauf ſchnell die Röhre um, damit das Waſſer aus der Kugel auf einmal in die Röhre falle: auch das verurſachet einen Schall, als wenn kleine Steine oder ſonſt dergleichen kleine harte Körper an das zugeſchmolzene Ende der Röhre anſtießen.

292. §.

Dies leitet auf die Vermuthung, daß die Elementartheilchen des Waſſers und anderer flüſſi-

ger Maſſen mit den Elementartheilchen feſter Maſſen die Eigenſchaft der **Härte** gemein haben. Herr **Joh Pet. Eberhard** erinnert zwar in ſeinen **Erſten Gründen der Naturlehre**, im 9. Cap. des 2ten Theils, im 548 §. 597 S. daß man mit mehrern Grunde das Geräuſch des Waſſerhammers von der in demſelben noch zurück gebliebenen Luft herleiten könne, zumal, weil man auch in horizontaler Lage der Röhre durch bloſſe Erwärmung der Kugel mit der Hand eine ab- und zufließende mit einem ähnlichen Geräuſch verbundene Bewegung zuwege bringen kann. Allein dies Geräuſch bey der horizontalen Lage der Röhre iſt vornemlich alsdenn nur von einiger Stärke, wenn die Röhre an der Stelle eng zuſammen gezogen iſt, wo ſie mit der Kugel zuſammen hängt: alsdenn hat die Luft allerdings daran Antheil. Sonſt aber ſcheint es doch, daß **Nollet** und andre Naturlehrer nicht ganz Unrecht haben, wenn ſie das Geräuſch, welches das bey lothrechter Stellung des Waſſerhammers herab fallende Waſſer verurſachet, von der Härte der Waſſertheilchen herleiten.

Dieſe nimmt übrigens Herr **Eberhard** mit andern Naturforſchern ebenfalls an, und leitet ſie aus andern bekannten Erſcheinungen her. Wir empfinden einen merklichen Schmerz, wenn wir mit der Hand ſtark auf das Waſſer ſchlagen; man kann ohne Gefahr Holz auf dem Waſſer ſo gut, als auf einem harten Körper ſpalten; Stückkugeln, die ſehr ſchief gegen die Oberfläche der See

ge-

geſchoſſen werden, und flache Steine, die man aus der Hand, unter einem kleinen Winkel gegen die Fläche eines ſtillſtehenden Waſſers wirft, ſpringen davon ſo gut, wie von einem harten Körper zurück. Das ſind alles Erſcheinungen, welche man am leichteſten aus der Härte und Elaſticität der Waſſertheilchen erklärt; denn auch ihre Elaſticität ſetzen die oben im 124 §. ſchon angeführten Verſuche wohl auſſer Zweifel. Recht reines Waſſer iſt übrigens ohne Geſchmack und Geruch, auch ſehr durchſichtig.

293. §.

Es giebt keine ganz vollkommen flüſſige Maſſen in der Natur; vielmehr haben die kleinſten Elementartheilchen des Waſſers und andrer flüſſigen Maſſen einen geringern Zuſammenhang unter einander. Daher bilden ſich die Tropfen in kleinen Kugeln, und dieſe zerfließen nicht allemal, wenn ſie auf feſten Ebenen liegen: ſie können darauf, als wenn es feſte Kugeln wären, umher laufen. Ein Queckſilbertropfen zerfließt nicht auf Holz, Stein, Papier, und mehrern dergleichen Maſſe, welche doch, wie wir uns gewöhnlich ausdrücken, das Waſſer naß macht. Aber auch Waſſertropfen zerfließen nicht auf den Blättern einiger Pflanzen, und auf einigen Arten zarter Pulver. Wenn dagegen ein Waſſertropfen auf Holz, Stein, Glas, Papier, Leinwand, auf den Metallen und mehrern andern feſten Maſſen zerfließt; ſo zerfließt auch eiu Queckſil-

bertropfen auf den Metallen, nur Eiſen ausgenommen.

294. §.

Eine kleine bloß träge nicht ſchwere flüſſige Maſſe Waſſer, wenn auf ihre Elementartheilchen auch ſonſt keine von der Schwere verſchiedene Kräfte wirkten, würde in jedem Fall die Figur behalten, die ſie einmal hätte, und keinen Tropfen bilden, Hat ſie dieſe Figur noch nicht, ſo kann ſie nicht ohne Bewegung zu einer runden Kugel werden, und man ſiehet ſehr deutlich, was mit einer ſolchen kleinen Maſſe vorgehet, indem ſich der Tropfen bildet, wenn man einen feinen Faden Siegellack an einer Lichtflamme ſchmelzen läſſet. Alle Elementartheilchen ſind auf kurze Zeit in Bewegung, und dieſe Bewegung muß eine Urſache haben, die von der **Trägheit** der Maſſe verſchieden iſt, ſie muß ſo etwas ſeyn, was ſonſt in der Naturlehre **Kraft** oder **bewegende Kraft** heiſſet. Wenn man vorausſetzet, daß alle Elementartheilchen, wenn ſie einander an Maſſe gleich ſind, von dieſer Kraft mit gleicher Stärke gegen einander getrieben werden; ſo folgt aus richtigen mechaniſchen Gründen, daß alsdenn allererſt das Gleichgewicht beſtehen könne, wenn die Maſſe kugelrund iſt, und der Erfolg iſt eben ſo, als wenn jedes Elementartheilchen von jedem andern angezogen würde. Dieſerwegen kann man die Kraft, welche die Elementartheilchen flüſſiger Maſſen, indem ſich die Tropfen bilden, gegen einander treibt, eine **anziehende Kraft** nennen.

Un-

Unzählige Verſuche zeigen uns von dem Daſeyn einer Urſach, welche den Zuſammenhang ſowol der Theile eines Körpers, als der ungleichartigen Körpern unter einander ſelbſt bewürkt. Wenn es erlaubt iſt, ja wenn es ſogar Bedürfniß für unſern Geiſt iſt, bey wahrgenommenen Würkungen eine Urſach anzunehmen, die, wenigſtens für uns, den zureichenden Grund von jenen enthält; ſo wird man ſich auch die Grundurſache des Zuſammenhanges der Körper, als eine Kraft vorſtellen dürfen. Man hat ſie eine anziehende Kraft genannt; aber auch durch dieſe Benennungen zu Misverſtändniſſen Gelegenheit gegeben. Da man überhaupt darunter die Urſach des allgemeinen Phänomens des wechſelſeitigen Näherns der Körper ohne eine äußere bemerkbare veranlaſſende Urſach, des Zuſammenhanges und der Feſtigkeit der Körper, der chemiſchen Auflöſungen, Niederſchläge, des Anhängens der Körper an einander u. ſ. w. verſtand, ſo kam es, daß man auch den Fall ſchwerer Körper aus dieſer anziehenden Kraft herleitete, und alſo die Grundurſach der Schwere für völlig einerley mit der des Zuſammenhanges der Körper und ihrer Theile unter einander hielt. So wurde Attractionskraft einerley bedeutend mit Graviactionskraft. Newtons Schüler ſind aber hierin offenbar zu weit gegangen; Wirkungen die ſo verſchieden ſind, als die des Zuſammenhanges und der chemiſchen Auflöſungen, und dann der Schwere, die ſchlechterdings nach gar keinem übereinſtimmenden Geſetze wirken; können auch nicht einerley Grundurſach zugeſchrieben werden. Wenn wir nun dieſe eine Kraft nennen wollen, ſo darf auch die Kraft der Schwere mit der der Cohäſion nicht für einerley gehalten werden. Ich brauche das letzte Wort lieber, als Attraction, weil man dieß auch irrigerweiſe auf die Schwere ausgedehnt hat, und weil unwiſſende gar zu leicht damit einen irrigen Nebenbegriff verbinden, können. Dieſe Kraft der Cohäſion

wirkt nicht in der Entfernung, wie man ſehr inconſequent aus der Schwere der Körper beweiſen will, und ſie äußert ſich nur bey der unmittelbaren Berührung der Theile des Körpers.

Von der Urſach dieſer Phänomene wiſſen wir weiter nichts, als daß ſie da iſt, und die Benennung Kraft dient doch nur als Nothbehelf, um etwas zu bezeichnen, was wir nicht weiter kennen. Vielleicht iſt ſie der Materie ſo weſentlich, als Undurchdringlichkeit.

Dieſe Kraft äußert ſich allgemein, und die Theile eines jeden Körpers erfordern die Anwendung einer äußern Gewalt, um ſie zu trennen.

Allein die Grade dieſer Kraftäußerungen ſind ſehr verſchieden, und der Widerſtand, welchen die Theile beym Trennen leiſten, iſt größer oder geringer. Auf dieſen Unterſchied gründet ſich die Eintheilung der Körper in feſte und flüſſige, in harte und weiche, in ſpröde und dehnbare.

Nicht allein aber die Theile eines und eben deſſelbigen Körpers hängen unter einander zuſammen, ſondern auch die ungleichartigen Körper ſelbſt, wenn man ſie ſo nahe bringt, daß ſie ſich berühren, wie gleich im folgenden §. Beyſpiele vorkommen. Aber auch hier zeigen ſich die Kräfte des Zuſammenhanges ungemein verſchieden.

So wie ferner die verſchiedenen ungleichartigen Körper nicht mit gleicher Kraft unter einander zuſammenhängen, ſo zeigen auch die verſchiedenen ungleichartigen Beſtandtheilchen (§. 23. Anmerk.) nicht eine gleich ſtarke Cohäſion unter einander. Die Kraft des Zuſammenhangs unter Materien von verſchiedener Art nennt man chemiſche Verwandtſchaft (affinitas chemica), wovon nachher mehreres vorkommen wird.

S. 295. §.

295. §.

Wenn aber ein Tropfen Waſſer auf Holz, Stein, Metalle und andern Maſſen mehr, auch ein Tropfen Queckſilber wenigſtens auf einigen Metallen zerfließet; ſo muß das ebenfalls von bewegenden Kräften herrühren, welche das Gleichgewicht der anziehenden Kräfte der Elementartheilchen des Tropfens unter einander ſtören. Wenn man annimmt, das die Elemente des Waſſers von den Elementen des Holzes, der Metalle, Steine, und andrer feſter Maſſen ebenfalls und ſtärker angezogen werden, als ſie ſich unter einander ſelbſt anziehen; ſo wird es völlig begreiflich, warum die Waſſertropfen ſolchergeſtalt zerfließen. Mit dem Zerfließen des Queckſilbers auf einigen Metallen muß es eine ähnliche Bewandniß haben: die Elementartheilchen des Queckſilbers werden von den Elementen der Metalle ſtärker angezogen, als ſie ſich unter einander ſelbſt anziehen. Am meiſten einleuchtend zeigt ſich die Wirkung dieſer anziehenden Kräfte, wenn ein Tropfen Waſſer oder Queckſilber unten an einem feſten Körper anhängt. Wegen ſeines Gewichts würde der Tropfen herab fallen: es müſſen alſo nothwendig den Preſſungen der Schwere nach unten andere Kräfte entgegen geſetzt ſeyn, welche die Elemente des Tropfens aufwärts gegen den feſten Körper treiben. Nur das, und weiter nichts drückt man mit der Redensart aus: **die Elemente der feſten und flüſſigen Maſſen ziehen einander an.** Es iſt in dieſem Sinne ein Natur-

geſetz, welches aus dem richtig folgt, was die Erfahrung lehrt, und man erklärt andre Naturbegebenheiten, oder macht begreiflich, wie ſie erfolgen können, wenn man zeigt, wie ſie mit jenem Geſetze zuſammen hängen.

296. §.

Dieſe Würkung der anziehenden Kraft iſt allemal gegenſeitig. Wenn das Waſſer vom Glaſe und den Metallen angezogen wird, ſo werden Glas und Metalle hinwiederum vom Waſſer angezogen. Man hänge eine zu dieſer Abſicht gehörig eingefaßte gläſerne Platte, oder auch eine in der Mitte mit einem Ringe oder Haken verſehene metallene Platte horizontal an dem einen Arm eines Wagebalkens auf, und am andern Arm ein Gegengewicht Unter die Platte ſetze man eine etwas weite Schale voll Waſſer, und drücke die Platte ſoweit nieder, bis ihre ganze untere Fläche die Waſſerfläche berührt: ſo haftet ſie mit dem Waſſer zuſammen, und es wird ein ziemliches Gegengewicht erfordert, um ſie vom Waſſer nach lothrechter Richtung loszureiſſen. Zwey ſolche gehörig eingefaßte Glasplatten, wenn ſie recht eben abgeſchliffenen ſind, und alsdenn mit dieſen eben abgeſchliffenen Flächen an einander gelegt werden, haften für ſich ſchon an einander, noch mehr aber, wenn man ſie mit Waſſer etwas naß macht. Daraus erklärt es ſich zugleich, wie es kommt, daß die Glocke auf dem Teller der Luftpumpe ſich nicht ſogleich wieder löſet, wenn ſchon Luft wieder hineingelaſſen iſt. (241. §.)

Man

Man kann dergleichen Verſuche auch mit Metall, oder Marmor, oder jeder feſten Maſſe anſtellen, die ſich recht eben und glatt abſchleifen läſſt. Was die Körper ſelbſt für eine Figur haben, iſt gleichgültig, wenn ſie nur ebene Grundflächen haben, die man aneinander legen kann. Ein paar marmorne Halbkugeln, oder ein paar metallene nur ſo dicke Scheiben, daß ſie ſich nicht leicht biegen, dienen dieſe Verſuche anzuſtellen. Jede von den Halbkugeln wird alsdenn oben in der Mitte ihrer Wölbung, auch eben ſo jede von den metallenen Scheiben in der Mitte ihrer obern Grundflächen, wenn man die abgeſchliffene als die untere anſiehet, mit einem Ringe und Haken verſehen. Alsdenn kann man ſie mit dem einen Haken oben an etwas haltbares aufhängen, unten aber Gewichte daran hängen.

Beyſpiele, daß gleichartige Körper die Kraft der Cohäſion gegen einander äußern, ſobald ſie ſich berühren, geben, außer dem angeführten Zuſammenhange zwiſchen zwey polirten Metall- oder Marmorplatten, das Zuſammenfließen der Waſſertropfen, der Oeltropfen, Queckſilbertropfen u. ſ. w., feſt zuſammengeſtoßenes Pulver von Kräutern, zuſammengeſchweiſtes Eiſen; Beyſpiele von ungleichartigen Körpern: das Naßwerden ſo vieler Körper, die man ins Waſſer taucht; des Goldes, des Silbers, Bleyes, Zinnes in Queckſilber, der Zuſammenhang gläſerner oder metallener Platten, die mit Waſſer oder Oel befeuchtet ſind; das Zuſammenleimen, die Kütte, der Mörtel, das Löthen, Verzinnen, Verſilbern, Vergolden, Lackiren u. ſ. w.

Die Erfahrung lehrt übrigens, daß die Stärke der Cohäſion bey verſchiedenen Paaren von ei-

nerley Körpern ſich nach der Menge der Berührungspunkte richtet. Dieß Geſetz läßt ſich am beſten nach der vom Hrn. Verf. beſchriebenen Methode beſtimmen; nur muß man Sorge tragen, daß, wenn man die am Wagebalken horizontal hängenden Platten auf die Flüſſigkeit, deren Zuſammenhang mit ihnen man erforſchen will, legt, keine Luftblaſen dazwiſchen bleiben, welche die wechſelſeitigeu Berührungen hindern; daß ſie vollkommen horizontal hängen, und endlich daß ſie nicht mit dem Rande unter die Flüſſigkeiten tauchen. Ich bediene mich, um das vorhergehende Geſetz zu beſtätigen, runder zinnerner Scheiben, deren Durchmeſſer ſich gegen einander verhalten, wie 4, 3, 2, und deren Cohäſionskräfte mit reinem Waſſer bey 50 bis 60 Gr. Wärme, nach einer Mittelzahl mehrerer Verſuche wie 471, 265, und 118 Gr. ſind.

Durch dergleichen Verſuche läßt ſich nun auch zeigen, daß Körper von verſchiedener Art mit ſehr ungleichen Kräften cohäriren. So hängt z. B. eine zinnerne Scheibe mit Waſſer, Queckſilber, Oel, Weingeiſt, u. d. gl. ungleich ſtark zuſammen. Man kennt bis jetzt noch kein allgemeines Geſetz, wornach ſich die Kraft dieſes Zuſammenhangs ungleichartiger Körper unter einander richtete. Aber der Erfahrungen darüber ſind auch noch nicht viele, und wahrſcheinlich würde man im Stande ſeyn, durch ſie die Stufenfolge der chemiſchen Verwandtſchaft der Körper durch Zahlen ausdrücken zu können. — Einige ſchöne Verſuche dieſer Art hat Hr. von Morveau im Jahr 1773. angeſtellt, und im 1 Th. von *Roziers Journal de Phyſique* S. 172. u. S. 460, und in ſeinen Anfangsgründen der Chemie nach des Hrn. Weigels Ueberſ. Th. 1. S. 43. beſchrieben. Er bediente ſich runder Platten von verſchiedenen Metallen und Halbmetallen, die alle gleich groß waren, und im Durchmeſſer einen Zoll betrugen, hing ſie vermittelſt eines angekütteten Hakens an einem Wa-

gebalken wagerecht auf, und ſenkte ſie auf die angezeigte Art auf Queckſilber nieder. Er fand, daß zur Abſonderung der Metalle ein Gewichte nöthig war:

für das Gold	—	—	446 Gr.
Silber	—	—	429 —
Zinn	—	—	418 —
Bley	—	—	397 —
Wismuth	—	—	372 —
Zink	—	—	204 —
Kupfer	—	—	142 —
Spießglaskönig	—	—	126 —
Eiſen	—	—	115 —
Kobaldkönig	—	—	8 —

Andere Verſuche hat Hr. Achard in folgender Abhandlung beſchrieben: Verſuche über die Kraft, mit welcher die feſten und flüſſigen Körper zuſammenhängen, nebſt der Beſtimmung der Geſetze, die dieſe Kraft in Abſicht ihrer Vermehrung oder Verminderung nach der Natur einer jeden Flüſſigkeit unterworfen iſt; in ſeinen phyſ. chym. Schriften. Berl. 1780. 8. S. 354.

Da nach Morveau's Verſuchen, dieſer Zuſammenhang zwiſchen Metall, oder Glas und Queckſilber auch unter dem ausgeleerten Recipienten der Luftpumpe ſtatt findet; ſo kann der Grund hiervon, ſo wie überhaupt vom Zuſammenhange der Theile der Körper unter einander, nicht in dem Drucke der Luft liegen. G.

297. §.

Weil dieſen Erfahrungen gemäß die flüſſigen Maſſen in Gefäßen und Röhren nicht allein der Wirkung der Schwere, ſondern auch andrer Naturkräfte ausgeſetzt ſind; ſo wird daraus b greiflich, wie es kommt, daß die Erſcheinungen, welche

che das Waſſer und die übrigen flüſſigen Maſſen darſtellen, dem Anſehen nach oft von demjenigen abweichen, was nach den Geſetzen des Gleichgewichts erfolgen ſollte. Die Oberflächen der flüſſigen Maſſen in nicht ganz vollen Gefäſſen ſind gewöhnlich nicht ganz eben und wagrecht, ſondern gekrümmt; bald in der Mitte vertieft, bald erhaben. Waſſer im gläſernen Gefäß hat eine Oberfläche die in der Mitte vertieft, und rings umher am Rande des Glaſes erhaben iſt: dagegen iſt die Oberfläche des Queckſilbers in einem ſolchen Gefäß in der Mitte erhaben, und ringsumher am Rande vertieft. Je weiter indeſſen die Gefäße ſind, deſto geringer iſt die Krümmung dieſer Oberflächen, und in einem nur etwas weiten Gefäße iſt die Krümme der Oberfläche um ihre Mitte umher ganz unmerklich.

Wenn von zweyen zuſammenhängenden ungleich weiten gläſernen Röhren die eine ziemlich eng, und die andere viel weiter iſt, ſo bleibt in der engeren Röhre das Waſſer um ein anſehnliches höher, Queckſilber aber niedriger ſtehen, als in der weiten Röhre. Je weiter die engere Röhre iſt, deſto geringer wird der Unterſcheid der Höhen der flüſſigen Maſſe in beyden Schenkeln, und er wird ganz unmerklich wenn die engere Röhre mehr als einen halben Zoll weit iſt. In ſehr zarten Glasröhren, die man **Haarröhren** zu nennen gewohnt iſt, ſteigt das Waſſer um ein ſehr anſehnliches höher, als in einer weiten Röhre, oder einem weiten Gefäße, womit die Harröhre

zu=

zuſammen hängt Dagegen dringt das Queckſilber in die engſten Haarröhrchen gar nicht hinein.

Da die verſchiedenen ungleichartigen Körper unter einander nicht gleichſtark zuſammenhängen, ſo darf man ſich auch nicht wundern, daß einige Körper gegen einander wenig oder gar keine Kräfte des Zuſammenhanges geben. So zerfließt Queckſilber nicht auf Glas, Holz, Stein, oder Eiſen, und macht den Finger nicht naß; Waſſer zerfließt auf Hexenmehle nicht, u. d. gl. m. — Dieſer Zuſammenhang oder dieſer Mangel des Zuſammenhangs iſt einzig und allein die Urſach von der ungleichen Oberfläche der Flüſſigkeiten in Gefäßen (§. 122. Anm.). Der erſtere bewirkt die concave, der andre die convexe Oberfläche. Wenn nämlich die Theile der Flüſſigkeit mit den Theilen des Gefäßes cohäriren, und wir uns nun vorſtellen, daß das Ganze der Flüſſigkeit aus mehrern kleinen nebeneinanderſtehenden Säulen derſelben beſtünde; ſo werden die Säulen, welche die Wände des Gefäßes berühren, durch den Zuſammenhang damit in ihrer Schwerkraft vermindert, oder ſie werden nicht ſo ſtark nach unten drücken, als diejenigen Säulen der Flüſſigkeit, welche die Wand des Gefäßes nicht berühren; ſie werden folglich durch den ſtärkern Druck der letztern um ſoviel höher gehoben werden, um ſo viel ihr ſenkrechter Druck geringer iſt. — Die Flüſſigkeiten, welche mit den Theilen des Gefäßes nicht cohäriren. wie z. B. Queckſilbet mit Glaſe, Holze, Steine, fließende Metalle in irdenen Schmelzgefäßen, nehmen eine convexe Oberfläche an. Sie würden ohne Schwere eigentlich in dieſen Gefäßen vermöge der mit gleicher Kraft in allen ihren Theilen würkenden Cohäſion eine völlige Kugelgeſtalt annehmen müſſen nach §. 294; ſo aber zeigt die Oberfläche nur dieſe Geſtalt, weil die Theilchen hier keine andre über ſich haben, die ſtärker durch ihr Gewicht drückten, als die Cohäſion derſelben unter einander ertragen kann. Die Oberfläche

fläche kömmt der Kugelgeſtalt auch um ſo näher, je kleiner der Durchmeſſer des cylindriſchen Gefäßes iſt. Wenn nämlich der Durchmeſſer beträchtlich iſt, ſo würde die Erhöhung der mittlern Säule über denen an der Seitenwand zu viel betragen, wenn die Kugelgeſtalt ſtatt finden ſollte, und ſie würde folglich ſtärker drücken, als die dazu erforderliche Cohäſion der Theile Widerſtand leiſten kann; ſie ſenkt ſich folglich und der mittlere Theil wird alſo mehr platt.

Das Aufſteigen der Flüſſigkeiten in Haarröhrchen hat in dieſer Cohäſion allein ihren Grund, und es bedarf keiner anziehenden Kraft, die ſchon in der Entfernung wirkſam iſt, um erklärt werden zu können. Nur ſolche Flüſſigkeiten ſteigen in gläſernen Hahrröhrchen in die Höhe, welche mit dem Glaſe cohäriren. Denn wegen des geringen Durchmeſſers fließt der Ring, welchen die Flüſſigkeit an den Seiten bildet, zuſammen; wegen der fortwürkenden Urſach der Cohäſion ſteigt das Waſſer an den Seiten nun abermals höher, fließt wieder zuſammen, u. ſ. f. bis endlich das Gewicht und der Druck der aufgeſtiegenen Säule mit der Cohäſionskraft zwiſchen dem Glaſe und der Flüſſigkeit im Gleichgewichte ſteht. Es wäre der Mühe werth, genau zu unterſuchen, ob nicht diejenigen Flüſſigkeiten, mit welchem das Glas ſtärker cohärirt, in gläſernen Haarröhrchen von einerley Durchmeſſer höher ſteigen, als diejenigen, welche ſchwächer damit cohäriren. Aus dieſem Grunde hat auch die Beſchaffenheit des Glaſes auf die Höhe Einfluß, zu welcher einerley Flüſſigkeiten in Haarröhren von verſchiedenen Glaſe und einerley Durchmeſſer ſteigt, wie Muſchenbrok fand. Nach den Verſuchen dieſes Naturforſchers ſtiegen in einerley Haarröhrchen:

Vitriolöl	—	—	1, 30	rheinl. Zoll.
Salzgeiſt	—	—	1, 40	—
Aether	—	—	1, 90	—

Ter

Terpenthinöl	—	1, 35	rheinl. Zoll.
Alcohol —	—	2, 05	—
Vitriolgeiſt	—	2, 70	—
Salpetergeiſt	—	4, 00	—
Deſtillirtes Waſſer	—	5, 50	—
Aetzender Salmiakg.	—	6, 30	—
Milder Salmiakg.	—	6, 30	—

Dieſe Höhen ſtehen mit den Maſſen der Flüſſigkeit weder im geraden, noch im umgekehrten Verhältniſſen, folglich bleibt kein anderes übrig, als die Stärke der Cohäſion, und dieſe richtet ſich bey Körpern von ungleicher Art nach keinem bis jetzt bekannten allgemeinen Geſetze.

Die Höhen, zu welchen einerley Flüſſigkeit in Haarröhrchen von verſchiedenem Durchmeſſer und von einerley Glaſe aufſteigt, verhalten ſich umgekehrt, wie die Durchmeſſer der Haarröhrchen. In einem Haarröhrchen nämlich, das noch einmal ſo weit im Durchmeſſer iſt, müßte die Flüſſigkeit 4mal niedriger ſtehen, weil die Säule der Flüſſigkeit darin 4 mal ſoviel Grundfläche, alſo bey gleicher Höhe 4mal ſoviel Gewicht hätte; da aber das im Durchmeſſer noch einmal ſo weite Haarröhrchen auch noch einmal ſoviel Berührungspuncte hat, die Cohäſion von einerley Körpern aber der Menge der Berührungspunkte proportionirt iſt (§. 296. Anm.), ſo müßte die Flüſſigkeit in dieſem noch einmal ſo weitem Haarröhrchen des letzten Umſtandes wegen noch einmal ſo hoch ſteigen, als in dem engern. Solchergeſtalt ſind die Höhen in dem zuſammengeſetzten Verhältniß aus dem geraden der Diameter und dem umgekehrten der Quadrate der Diameter; ſie verhalten ſich folglich umgekehrt wie die Diameter.

G.

298. §.

Von allen dieſen Erſcheinungen läßt ſich der Grund angeben, wenn man annimmt, daß die

Waſſertheilchen vom Glaſe ſtärker angezogen werden, als ſie ſich unter einander ſelbſt anziehen; daß aber im Gegentheil die Queckſilbertheilchen ſich unter einander ſelbſt ſtärker anziehen, als ſie vom Glaſe angezogen werden. Das iſt zugleich der Grund davon, warum Waſſertropfen auf vielen feſten Maſſen zerfließen, auf welchen Queckſilbertropfen nicht zerfließen; ferner wird daraus begreiflich, warum Waſſer und andre flüſſige Maſſen, die größtentheils aus Waſſer beſtehen, an den Wänden einiger Gefäße abfließen, wenn man ſie aus denſelben ausgießen will, und warum es mit dem Queckſilber nicht eben ſo erfolgt. Auch die Erſcheinungen kleiner hohler Glaskugeln laſſen ſich daraus herleiten, welche das Waſſer anziehen, indem ſie darauf ſchwimmen. Sie bewegen ſich nach der Seite hin, an welcher das Waſſer am höchſten ſteht, und daher ſcheint es, als wenn ſie vom Rande eines nicht ganz vollen gläſernen Gefäßes angezogen würden. Wenn man nahe bey der kleinen Kugel einen Finger ins Waſſer taucht, ſo ſcheint es, als würde die Kugel vom Finger angezogen.

299 §.

Will man prüfen, ob eine feſte Maſſe die Theilchen des Waſſers, oder andrer flüſſiger Maſſen ſtärker anziehe, als die letztern ſich unter einander ſelbſt anziehen; ſo berühre man mit einem feſten Körper, der aus der zu prüfenden Maſſe beſtehet, die Oberfläche der flüſſigen Maſſe,

wenn ſie in einem Gefäß ruhig ſtehet. Dieſe anziehende Kraft wird ſich ſogleich dadurch äußern, daß ſich die flüſſige Maſſe an dem feſten Körper ſchnell in die Höhe ziehet. In andern Fällen wird die flüſſige Maſſe den feſten Körper gar nicht naß machen. Dergleichen Verſuche lehren, daß das Waſſer von vielen feſten Maſſen angezogen werde, nur nicht ſtark vom Fett, von polirten Metallen, von den zu Pulver geriebenen Kräutern, am wenigſten von den zarten Pulvern, die man aus den Blumen ſammlet, oder denjenigen zarten Pulvern, womit einige Blätter und Früchte von Natur überzogen ſind.

Einige Naturforſcher nehmen das allgemeine Geſetz an, daß allemal flüſſige **Maſſen mit ſpecifiſch ſchwerern feſten Maſſen ſtärker zuſammen hängen, als unter ſich**; nur muß dabey in Betrachtung gezogen werden, daß hier ſolche feſte Maſſen verſtanden werden, die in ihren kleinſten Theilchen ſchwerer als Waſſer ſind, wenn gleich die Maſſe in ihrer Zuſammenſetzung leichter iſt als Waſſer. Die völlige Allgemeinheit dieſes Geſetzes iſt noch nicht ganz entſcheidend bewieſen. (M. ſ. *Hambergeri* Elementa Phyſ. Cap. 3. §. 157, *Krafft* Phyſ. Theoret T. I. §. 243. *Muſſchenbroeck* Introd. ad Philoſ. Natural. Tom I. §. MXXXIV. pag. 362. Eberhards Erſte Gründe der Naturlehre §. 137 u. f. §. 165. u. f. S. 169. u. f. auch 197 u. f. S.

Die Allgemeinheit dieſes Naturgeſetzes iſt nicht allein noch nicht entſcheidend bewieſen, ſondern wird ganz offenbar durch die gemeinſten Phänomene wi-

derlegt. Der ſchwerere Queckſilbertropfen zerfließt ja auf dem leichtern Bley, Zinn, Wismuth, Silber, Zink; und das ſpezifiſch ſchwerere Eiſen hängt mit dem Queckſilber bey weitem nicht ſo ſtark zuſammen, als das ſpezifiſch leichtere Zinn; Waſſer zerfließt auf dem leichteren Holze, u. d. g. m. G.

300. §.

Bey ſolchen feſten Maſſen, die das Waſſer ſtark anziehen, und dabey aus einem Gewebe vieler ſehr zarter Röhrchen beſtehen, wie löſchpapier, Schwamm, auch einige Arten leinwand, müſſen ſich eben ſolche Erſcheinungen zeigen, wie die gläſernen Haarröhrchen darſtellen. Das Waſſer zieht ſich von ſelbſt hinein, ſobald man es mit dergleichen Sachen berührt. Das Gegentheil muß erfolgen, wenn die Theilchen der flüſſigen feſten Maſſe angezogen werden. Darum zieht ſich das Queckſilber nicht ins löſchpapier, und man kann Queckſilber in einem leinenen Tuch, ja gar in Flor aufbehalten, ohne daß es durchflieſſet, wenn es nur nicht zu ſehr dagegen gedrückt wird.

Flüſſige Maſſen von verſchiedener Art, wie Wein und Waſſer, wenn die Elemente der einen von den Beſtandtheilchen der andern ſtärker angezogen werden, als ſie ſich unter einander ſelbſt anziehen, werden ſich ſehr leicht mit einander vermiſchen, wenn man ſie in einerley Gefäß zuſammen gießet. Wenn dagegen Oel und Waſſer nach ihrem verſchiedenen eigenthümlichen Gewicht unvermiſcht über einander ſtehen bleiben; ſo müſ-

ſen

ſen die Waſſertheilchen unter ſich, und die Oeltheilchen unter ſich einander ſtärker anziehen, als die Oeltheilchen von den Waſſertheilchen, oder dieſe von jenen angezogen werden.

Aus den Aufſteigen der Flüſſigkeiten in Haarröhren in den Zwiſchenräumen ſolcher Körper, mit denen ſie cohäriren, läßt ſich noch erklären; warum Waſſer zwiſchen zweyen ſchief zuſammengeſetzten Glasplatten eine umgekehrte Hyperbel macht; warum das Oel in Dochten aufſteigt; warum Oel nicht durch Löſchpapier fließt, das mit Waſſer benetzt iſt, und Waſſer nicht durch ſolches, das mit Oel getränkt iſt. ꝛc.

G.

301. §.

Ein ganz dünn geſchlagenes Metallblättchen ſchwimmt auf dem Waſſer, obgleich das Metall an ſich ſchwerer als Waſſer iſt. Man kann ſogar, wenn das Metallblättchen groß genug iſt, einen kleinen Haufen Eiſenfeil darauf legen, ohne daß beydes zuſammen ſogleich unterſinken ſollte. Der Erfolg iſt wiederum daher begreiflich, weil das Waſſer von dem glatten Metall nur ſchwach angezogen wird, und die Waſſertheilchen einander ſelbſt ſtärker anziehen. Soll das Metallblättchen mit dem darauf liegenden Eiſenfeil ſinken, ſo muß nicht allein der Gegendruck des Waſſers überwunden werden, der von den oben erklärten Geſetzen des Gleichgewichts abhängt; ſondern überdem auch das Hinderniß, welches vom Zuſammenhange der Waſſertheilchen untereinander herrührt. Dieſer Zuſammenhang muß zerriſſen werden, wenn die Metallmaſſe darin unterſinken ſoll.

 Der

Der XVI. Abſchnitt.

Von einigen beſondern Eigenſchaften feſter Maſſen, und den Veränderungen, die ſie von der Wirkung flüſſiger Maſſen erleiden können.

302. §.

Zwey oder mehr materielle Elemente, die einander gleich ſtark anziehen, wenn ſie einander ſo nahe ſind, daß ſie nicht näher zuſammen kommen können, haften aneinander. Was wir uns ſo lange wie ein Anziehen vorſtellen, als die Elemente ſich noch einander mehr nähern, das nennen wir Zuſammenhängen, wenn ſie einander ſo nahe gekommen ſind, daß wir urtheilen müſſen, ſie berühren einander. Eben die Urſache, wovon die Erſcheinung des Anziehens herrührt, bringt, ſoviel wir urtheilen können, auch die Erſcheinung des Zuſammenhanges der Elemente feſter Maſſen zuwege. Weil nun eine bewegende Kraft allemal einem Gewicht gleich iſt, welches mit dieſer Kraft in grade entgegengeſetzter Richtung das Gleichgewicht hält; (30. §.) ſo wird das ein Mittel, die Kraft des Zuſammenhanges der Elementartheilchen einer feſten Maſſe zu meſſen, und die **Feſtigkeit** einer Maſſe mit der Feſtigkeit einer andern zu vergleichen. Dazu

dient alsdenn folgende vom H. Muſſchenbroeck gebrauchte Einrichtung.

303. §.

Es ſey KL eine grade viereckte prismatiſche Stange aus Metall, Holz, oder was man ſonſt für eine Maſſe prüfen will; an beyden Enden ſey dieſelbe mit einem ſtärkern Kopf, wie M und N verſehen, wovon jeder für ſich ebenfalls die Geſtalt eines graden vierſeitigen und rechtwinklichten Priſmen hat, nur daß die Querſchnitte davon gröſſer, als die Querſchnitte von KL ſind. Ferner ſey ADBC ein ſtarker Ring aus Stahl, wovon das unterſte Stück CD grade iſt, und in der Mitte einen Einſchnitt hat. An dieſem unterſten Stück ragen überdem ein Paar Zapfen H und I an beyden Seiten hervor, auf welche das in der 67 Figur beſonders gezeichnete Stück ſo aufgelegt werden kann, daß es den Einſchnitt bey B zwar von vorne ſchließet, aber bey B ein viereckteſ Loch läſſet, worin die Stange KL paſſet.

65 Fig. 66. Fig. 67 Fig.

Den Ring ADBC kann man an etwas haltbares aufhängen, hiernächſt die Stange KL hineinbringen, ſo daß der Kopf M bey D und C aufliegt; das Stück EF aber, wenn es auf H und I gelegt iſt, kann man mit Schrauben, ſo wie es die Zeichnung vorſtellet, befeſtigen. Außer dem Ringe ADBC muß man noch mit einem andern völlig eben ſo eingerichteten verſehen ſeyn, der nur in umgekehrter Lage ſo angebracht wird, daß die hervorragenden Zapfen auf dem Kopf N aufliegen, und der Ring nach unten herab hängt.

An dieſem untern Ringe hängt man eine mit Schnüren oder Ketten verſehene Schale mit Gewichten auf, und legt ſo lange Gewichte zu, bis die Stange zu zerreiſſen anfängt. Die Summe aller hineingelegten Gewichte macht alsdenn ſehr nahe das Gewicht aus, welches mit der Feſtigkeit der Maſſe an der zerriſſenen Stelle das Gleichgewicht hielte.

304. §.

Herr **van Muſchenbroeck** hat ſehr viele und mühſame Verſuche über die Feſtigkeit der Metalle und der bekanteſten Holzarten angeſtellet. Er hat davon ein eigenes Werk geſchrieben: Introductio ad cohaerentiam corporum firmorum, nachher aber auch viele dieſer Verſuche mit mehren neuern in der Introductione ad Philoſophiam Naturalem § 1129 ſqq. beſchrieben. Im 1130. § erzählt er einige Verſuche, die mit gegoſſenen Metallen angeſtellt ſind, und bemerkt dabey, daß die Metalle, wenn ſie nach dem Guß geſchlagen werden, noch feſter werden. Jedoch hat das ſeine Gränzen und die Metalle werden wieder weniger feſte, wenn man ſie zuviel ſchlägt. Zugleich iſt das eigenthümliche Gewicht der geprüften Metalle vor dem Verſuch beſonders geſucht worden. Es waren dergleichen Parallelepipeda oder priſmatiſche viereckte Stangen, wie ſie im vorigen §. beſchrieben ſind, ihre Querſchnitte $\frac{17}{100}$ Rheinl. Zoll ins Gevierte, und ſie wurden von den in nachſtehender Tafel dabey geſetzten Gewichten zerriſſen.

Gold

	ſpezifiſches Gewicht	Feſtigkeit.
Gold - - - - -	19,238	578 Pfund
Silber - - - - -	11,091	1156 —
Kupfer - - - -	8,1818	638 —
Japan Kupfer - -	8,7267	573 —
Teutſch. Eiſen - -	7,8076	1930 —
Engliſch Zinn - -	7,295	150 —
Eine andre Art - -	- -	188 —
Engliſch Bley - -	11,333	25 —

Um auch einigermaßen von der Feſtigkeit der bekannteſten Holzarten zu urtheilen, wird folgende kleine Tafel dienen, welche aus der indrod. ad cohaerentiam corporum firmorum genommen iſt. Die zu den Verſuchen gebrauchten Stückchen Holz waren ebenfalls dergleichen Parallelepipeda, wie ſie vorhin beſchrieben ſind, ihre Querſchnitte Quadrate, und jede Seitenlinie davon $\frac{27}{100}$ Rheinl. Zolle. Sie wurden von nachſtehenden Gewichten zerriſſen.

Das Büchenholz	von	1250	Pfund
Eſchenholz	—	1250	—
Eichenholz	—	1150	—
Lindenholz	—	1000	—
Erlenholz	—	1000	—
Ulmenholz	—	950	—
Tannenholz	—	600	—
Fichtenholz	—	550	—

Mehr ins große gehende Verſuche über die Feſtigkeit des Holzes hat H. v. Büffon angeſtellet, und in der Abhandlung: Experiences ſur la força du

 bois

bois par M. de Büffon, beſchrieben welche in den Memoires de l'Academie Royal des Sciences de Paris, Anné 1740 mit befindlich iſt.

Muſchenbroecks Verſuche mußten Irrthümern unterworfen ſeyn, weil er auf die Länge der Fäden keine beſondere Rückſicht nahm, ſondern nur auf die Dicke. Des Herrn Grafen von Sickingen genauere Verſuche geben daher auch andere Reſultate:

ein Faden Drath, der 0,3 Linien dick und 2 Fuß lang war,

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr. franz.
vom Golde zerriß von	16	6	—	$43\frac{3}{7}$
— Silber — —	20	11	1	$43\frac{1}{7}$
— Platina — —	28	7	3	—
— Kupfer — —	33	7	—	64
— Eiſen — —	60	12	—	8

(Des Herrn Karl, Reichsgrafen von Sickingen Verſuche über die Platina. Mannheim 1782. 8. S. 114) G.

305. §.

Bey den Metallen, wo die Querſchnitte der zerriſſenen Stangen gleich waren, und eben ſo bey den zuletzt aufgeführten Holzarten verhalten ſich die Feſtigkeiten, wie die dabey geſetzten Gewichte. Alſo iſt Eiſen $\frac{1930}{25}$ oder $77\frac{1}{5}$ mal feſter als Bley; Eichenholz $\frac{1150}{550}$ oder $2\frac{1}{11}$ mal feſter als Fichtenholz. Dieſer bisher betrachtetete Zuſammenhang der Theile einer Maſſe, welcher dem Gewicht gleich iſt, das ihn grade zu überwinden vermögend iſt, heißt die **abſolute Feſtigkeit** der Maſſe. Das angebrachte Gewicht ſtrebt die Theile unmittelbar zu zerreiſſen, ohne daß deſſelben

Wirkung durch eine ſo genannte **Abwage**, oder ein **ſtatiſches Moment** verſtärkt iſt. Einen Stab kann man ſehr viel leichter **zerbrechen**, als nach ſeiner Länge **zerreißen**: das rührt daher, weil beym Zerbrechen der Stab ſelbſt als **Hebel** wirkt. Die **reſpektive Feſtigkeit** eines Körpers heißt diejenige, womit der Zuſammenhang ſeiner Theile einem Gewicht widerſtehet, das den Körper zu zerbrechen ſtrebt, wenn die Wirkung deſſelben nach den Geſetzen der Statik verſtärkt iſt.

306. §.

Es ſtelle ACFE einen horizontal liegenden Balken vor, der bey A noch unterſtützt iſt, aber ſo, daß das hervorragende Stück ACFE weiter nicht gehalten wird. Am äußerſten Ende bey I hänge ein Gewicht P, welches den Balken zu zerbrechen ſtrebt; er ſey ſonſt feſte genug, daß er ſich nicht bieget, A aber ſey die ſchwächſte Stelle, ſo daß daſelbſt der Bruch erfolgt. Wenn nun vorausgeſetzt wird, daß die Feſtigkeit in allen Stellen des Querſchnites CD einerley ſey, ſo ſind in allen Punkten deſſelben die dem Zerreiſſen widerſtehenden Kräfte gleich groß, und ihre mittlere Richtung geht durch den Mittelpunkt G der Größe dieſes Querſchnitts. Alle zuſammen widerſtehen demnach eben ſo ſtark, als wenn in dem Punkt G allein eine widerſtehende Kraft angebracht wäre, ſo groß als die Summe aller über der ganzen Fläche CD vertheilten widerſtehenden Kräfte: mithin ſo groß, als die abſolute Feſtigkeit 68. Fig.

keit

keit des Holzes an dieſer Stelle. Alsdenn ſtellen HG und HI zwey Hebelsarme vor, und das Gewicht P, was den Balken zerbrechen würde, iſt in demjenigen, was ihn nach der länge AB zerreißen könnte, ſovielmal enthalten, als die halbe Dicke HG des Balkens in der länge HI des über der Unterlage A hervorragenden Theils. Mit andern Worten heißt das: **die reſpective Feſtigkeit des Balkens iſt in ſeiner abſoluten Feſtigkeit ſo vielmal enthalten, als ſeine halbe Dicke HG in der Länge AB oder HI des hervorragenden nicht unterſtützten Theils.**

307. §.

Einige feſte Maſſen, die dabey anſehnlich hart und elaſtiſch ſind, heißen **ſpröde Maſſen**, wenn ſie die Eigenſchaft haben, daß mehrere Theile ſich zugleich mit trennen, wenn eine äußere Urſache einige Theile davon zu trennen ſtrebt. Steine, Halbmetalle, der Zucker, Glas, und vorzüglich die ſo genannten holländiſchen **Glastropfen** oder **Springgläſer** gehören hieher, die ſo verfertiget werden, daß man die aus dem Feuer genommene flüſſige Glasmaſſe in kaltes Waſſer fallen läſſet. Sie können an ihrem dickern Theile ziemlich ſtarke Schläge vertragen, zerſpringen aber ſehr ſchnell in ſehr kleine Stückchen, wenn man die Spitze von dem dünnen Schweife abbricht, worinn ſie ſich endigen. Mit ihnen haben die **Springkolben** oder **Bologneſer Flaſchen** viele Aehnlichkeit. Das ſind kleine ziemlich dicke Glaskolben,

kolben, die ebenfalls durch einen beträchtlichen Schlag auf den dickern Boden nicht leicht verletzt werden, aber gewöhnlich alsdenn zerſpringen, wenn man ein kleines ſpitziges Stückchen vom Feuerſtein hinein fallen läſſet. Sie werden wie andre Gläſer geblaſen, und hiernächſt an der Luft ſchnell abgekühlt.

Beym Holz und einigen Steinarten bemerkt man eine eigene Art von Sprödigkeit, vermöge welcher ſie ſich nach gewiſſen Richtungen leichter, nach andern Richtungen aber nicht ſo leicht theilen oder ſpalten laſſen. Man bemerkt dabey leicht, daß dieſe Holz- und Steinarten aus über einander liegenden Blättern oder Faſern beſtehen, die unter einander nicht ſo ſtark, als die Theilchen der Blätter und Faſern ſelbſt zuſammen hängen. Die Blätter ſind dabey elaſtiſch, ſie werden durch den Schnitt des Meſſers, oder was auch ſonſt für eine Urſache ſie an einem Ende auseinander treibt, gebogen, und reiſſen alsdenn wegen ihrer Elaſticität noch weiter auseinander.

308. §.

Wenn Waſſer in Löſchpapier, Leinwand, Schwamm und andre dergleichen Maſſen dringt; ſo hat das wenigſtens bey einigen den Erfolg, daß ihre Theile weiter von einander getrieben werden, und der ganze Körper dadurch in einen gröſſern Raum ausgedehnt wird. Beym Schwamm erfolgt dieſe Ausdehnung zuſehends; bey andern Maſſen, unter andern beym Holze langſamer,

aber

aber dabey mit großer Gewalt. Dieſe Wirkung der anziehenden Kraft geht in vielen Fällen ſo weit, daß dadurch die feſten Maſſen in unſichtbar kleine Theilchen zerriſſen, und ſolchergeſtalt durch die ganze flüſſige Maſſe vertheilt ſchwebend erhalten werden. Man nennt das eine Auflöſung der feſten Maſſe in der flüſſigen, und dieſe flüſſige Maſſe heißt das **Auflöſungsmittel** (menſtruum) für jene feſte Maſſe So werden Salze, Zucker und Gummi vom Waſſer, Harze vom Weingeiſt, Metalle vom Waſſer mit Säure verbunden aufgelöſet, wovon die Chemie mehr Unterricht geben muß. Die zerriſſenen Theilchen der feſten Maſſe dringen wenigſtens zum Theil in die Zwiſchenräume der flüſſigen Maſſe, die übrigen vermiſchen ſich alsdenn aufs genaueſte damit, und verurſachen, daß die mit den aufgelößten Theilen der feſten Maſſe vermiſchte flüſſige Maſſe nach der Auflöſung mehr Raum als vorher einnimmt, wovon oben ſchon bey der Salzſolution (171. §.) ein Beyſpiel vorgekommen iſt. Wenn in einigen Fällen die Solution nicht mehr Raum einnimmt, als vorher das Auflöſungsmittel für ſich allein einnahm; ſo müſſen alle Theilchen der aufgelößten feſten Maſſe in die Zwiſchenräume der flüſſigen eingedrungen ſeyn.

Wenn die Cohäſionskräfte zweyer ungleichartigen Stoffe dergeſtalt auf einander wirken, daß ſie ſich beyde mit einander ſo vereinigen, daß ſie fürs Auge und fürs Vergrößerungsglas eine vollkommen gleichförmige Maſſe ausmachen, worin man nicht mehr die

Theile

Theile des einen von den Theilen des andern zu unterſcheiden vermag; ſo heißt dieß eine Auflöſung (ſolutio). Salz. z. B. wird im Waſſer nicht bloß naß, ſondern es verſchwindet fürs Auge auch endlich ganz darinn, und macht mit dem Waſſer nunmehro ein homogenes Ganze aus. Geſchmolzenes Bley verbindet ſich auf eine ähnliche Art mit dem zugeſetzten, Zinne, Silber, u. d. gl. m. Man unterſcheidet zwar bey dieſen Auflöſungen das Auflöſungsmittel von dem aufzulöſenden Körper; man irrt ſich aber, wenn man von jenem glaubt, daß es bey dieſer Operation allein thätig ſey, und wenn man den letztern für bloß leidend anſieht. Die Wirkung iſt vielmehr gegenſeitig. Bey jeder Auflöſung wird der Zuſammenhang der Theile des aufzulöſenden Körpers aufgehoben, und dieſe werden mit den Theilen des Auflöſungsmittels ſo vereinigt, daß ſie nicht als eine bloße Nebeneinanderſtellung, auch durch kein Vergrößerungsglas, wahrgenommen werden können. Es muß alſo nothwendig eine wechſelſeitige Cohöſion zwiſchen den Theilen des Auflöſungsmittels und des aufzulöſenden Körpers ſtatt finden, welche ſtärker iſt, als die Kraft der Cohäſion zwiſchen ihren gleichartigen Theilen ſelbſt; oder, wenn die Auflöſung geſchehen ſoll, ſo muß die Verwandſchaft der ſich auflöſenden Körper größer ſeyn, als der Zuſammenhang ihrer einzelnen Theile unter einander. Es wird ſich alſo hieraus erklären laſſen, wie es möglich iſt, daß die ſo feſten und in ihren Grundmaſſen ſo ſtark zuſammenhängenden Metalle von einer Säure aufgelößt werden können. Wenn nämlich die Theilchen des Metalles ſtärker mit den Theilchen der Säure cohäriren, als ſie unter ſich ſelbſt zuſammenhängen, ſo werden ſie auch in die Zwiſchenräume der letztern aufgenommen werden können. Von der Art und Weiſe aber, wie die Theilchen, der aufgelößten Körper unter einander zuſammenhängen, läßt ſich gar nichts ſagen, da ſie ſich gänzlich unſrer Sinne entzieht.

Zwey

Zwey feſte Körper können ſich einander nicht auflöſen. Man wird die Urſach leicht aus dem eben Angeführten einſehen können; denn die Summe der Cohäſionskräfte ihrer einzeln Grundmaſſen iſt größer, als ihre Verwandſchaft. Es muß alſo, um dieſe Cohäſionskräfte der Grundmaſſen zu vermindern, einer von den ſich auflöſenden Körpern allemal flüſſig ſeyn. Iſt er dieß ſchon vermöge ſeiner Natur, ſo ſagt man von der Auflöſung, daß ſie auf naſſem Wege geſchehe, z. B. Salz und Waſſer, Zucker und Branntwein, Silber und Scheidewaſſer, Wachs und Oel, Gold und Queckſilber ꝛc.; wenn aber einer von den ſich auflöſenden Körpern oder beyde erſt durch die Hitze geſchmolzen und alſo flüſſig gemacht worden, ſo heißt dieß eine Auflöſung auf trocknem Wege, z. B. wenn Laugenſalz und Kieſelerde zu Glas geſchmolzen werden; wenn geſchmolznes Bley das hinzugeſetzte Zinn; geſchmolzner Schwefel, das Eiſen ꝛc. auflößt.

Wenn ein Auflöſungsmittel von einem aufzulöſenden Körper ſoviel in ſich genommen hat, als es davon auflöſen kann, ſo ſagt man: es ſey geſättigt (ſaturatum). Die Cohäſionskräfte des erſtern gegen die Theile des letztern ſind nun erſchöpft. Die Temperatur hat aber viel Einfluß auf dieſen Grad der Sättigung.

Die aufgelößten Körper nehmen allemal unter einander an ihrer wechſelſeitigen Natur Antheil, und das Reſultat der Zuſammenſetzung hat andere Eigenſchaften und Verhältniße, als die einfachen Beſtandtheile, die es enthält. Ein Beyſpiel giebt das gemeine Glas, in welchem die unſchmelzbare Kieſelerde durchs ſchmelzbare Laugenſalz Schmelzbarkeit erlangt, und das im Waſſer und Säuren ſo leicht auflösbare Laugenſalz durch die darin unauflöſbare Kieſelerde gegen die Wirkungen derſelben geſchützt wird.

Zwey ungleichartige Stoffe, die gegen einander wenig oder gar keine Verwandtſchaft haben, können doch vermittelſt eines dritten in genaue Verbindung geſetzt und zur Auflöſung gebracht werden, wenn dieſer mit den beyden erſteren nahe genug verwandt iſt. So löſen ſich z. B. Oel und Waſſer nicht auf; verbindet man aber ätzendes Laugenſalz damit, das ſo wohl mit dem Oele, als mit dem Waſſer verwandt iſt, ſo geht durch Hülfe deſſelben die Vereinigung des Oels im Waſſer vor, wie die Seife lehrt, die ſich im reinen Waſſer völlig auflößt; andre Beyſpiele geben Schwefel, Waſſer und Laugenſalz; Gold, Schwefel und Eiſen ꝛc. Man nennt dieß eine Aneignung (appropiatio) oder eine aneignende Verwandtſchaft, und den Körper, der die beyden andern mit einander vereinigt, das Zwiſchenmittel.

G.

309. §.

Die aufgelöſten Theile einer feſten Maſſe können von dem Auflöſungsmittel wieder abgeſondert werden, wenn man etwas hinzuſetzt, das von dem Auflöſungsmittel ſtärker angezogen wird, als die vorher aufgelößte Maſſe. Wenn alsdenn die ſolchergeſtalt abgeſonderte Maſſe wegen ihres eigenthümlichen Gewichts in dem ehemaligen Auflöſungsmittel zu Boden ſinkt, ſo iſt das eine eigentliche Niederſchlagung: denn die abgeſonderte Maſſe könnte auch wohl wegen ihrer Leichtigkeit oben ſchwimmen. Dergleichen Niederſchläge können ferner auch erfolgen, wenn etwas in die Auflöſung gebracht wird, das die aufgelößte Maſſe ſtärker als das Auflöſungsmittel anziehet.

ziehet. Die Salze werden, wie es ſehr bekannt iſt, vom Waſſer geſchieden, indem man das Waſſer über dem Feuer abdünſten läßt, wobey das Salz in Kryſtallen anſchießet, die bey jedem Salze eine eigene eckigte Figur haben.

So wie die verſchiedenen ungleichartigen Körper nicht mit gleicher Stärke untereinander zuſammenhängen; (§. 299.) ſo äußern ſie auch gegeneinander nicht einerley Verwandtſchaft. Man kann alſo zwey mit einander verbundene Stoffe trennen, wenn man einen dritten zuſetzt, der mit einem von den beyden vorher verbundenen ſtärker verwandt iſt, als ſie unter ſich verwandt ſind. So dient alſo die Cohäſionskraft zur Trennung ungleichartiger Theile der Körper, die durch mechaniſche Kräfte nicht bewirkt werden kann. — Man nennt dieſe Art der Verwandtſchaft die einfache Wahlverwandtſchaft (affinitas electiva ſimplex). Wenn der abgeſchiedene Körper aus der Auflöſung als ein feſter Stoff zum Vorſchein kömmt, ſo heißt ſie auch eine Niederſchlagung oder Fällung (praecipitatio); allein es iſt unrecht, wenn man dies Wort allgemein als das Gegentheil der Auflöſung braucht, denn es begreift nur eine beſondere, und oft zufällige Art der Scheidung. Beyſpiele von dieſen Niederſchlägen, oder eigentlicher von dieſen Scheidungen durch Wahlverwandtſchaft geben folgende: Man nehme eine Auflöſung des arabiſchen Gummi in Waſſer, und miſche hoch rectificirten Weingeiſt hinzu; ſo wird das Gummi ſich ſogleich als eine weiße Gerinnung abſcheiden, und vom Waſſer verlaſſen werden, das ſich mit dem Weingeiſte verbindet; eben ſo wird auch die Auflöſung eines Harzes im Weingeiſte durch Waſſer; die geſättigte Auflöſung des Kochſalzes im Waſſer durch Weingeiſt; die Auflöſung der Kreide in Eſſig durch reines Laugenſalz; das Eiſen aus der Auflöſung

in

in Vitriolſäure durch ätzenden Salmiakgeiſt, u. ſ. w. gefällt.

Allemal geht bey dieſer Scheidung zugleich auch eine neue Verbindung vor, wie man leicht einſieht, und zwar kann dieſe entweder zwiſchen dem vorigen Auflöſungsmittel und dem Fällungs- oder Niederſchlagungsmittel, oder zwiſchen dieſem und dem vorher aufgelößten Körper ſtatt finden. Im erſten Falle iſt der Niederſchlag, d. h. der abgeſchiedene Körper, einfach, im andern zuſammengeſetzt und von veränderter Natur. So z. B. giebt die Auflöſung der Kalkerde im Eſſig durch Zuſatz von Laugenſalz die Kalkerde wieder her; durch Zuſatz von concentrirter Vitriolſäure aber fällt ſie als Gyps nieder, weil ſie dann ihr voriges Auflöſungsmittel fahren läßt, um ſich mit dem Fällungsmittel zu vereinigen, mit dem ſie ſtärker verwandt iſt.

Man kennt bis jetzt noch kein allgemeines Geſetz, wornach ſich dieſe einfachen Wahlverwandtſchaften richteten Hr. Kirwan behauptet, daß ſich die Verwandtſchaft mehrerer Körper gegen ein gemeinſchaftliches Anflöſungsmittel verhielte, wie die Menge, in welcher ſie von demſelben aufgelößt würden. (Verſuche und Beobachtungen über die ſpezifiſche Schwere und die Anziehungskraft verſchiedener Salzerden; und über die wahre neu entdeckte Natur des Phlogiſtons von Hrn. Richard Kirwan; a. d. Engl. überſ. von D. Lorenz Crell. Berlin und Stettin 1783. 8. Zweytes St. 1785. 8.). Allein die Erfahrung widerlegt dies Geſetz; die auch das nicht beſtätiget, was Hr. Wenzel feſtſetzte: daß ſich die Verwandſchaften der Körper gegen ein gemeinſchaftliches Auflöſungsmittel umgekehrt verhielten, wie die Zeiten, wobey ſie davon aufgelößt würden. (Wenzels Lehre von der Verwandtſchaft der Körper. Dresd. 1782. 8.)

Es iſt daher nöthig, Erfahrungen über dieſe einfachen Wahlverwandtſchaften zu ſammlen, und man hat auch ſchon angefangen, Tafeln und Stufenleitern derſelben zu entwerfen. Die erſte entwarf Geofroy im Jahr 1718 (*Table des differens rapports obſervés en chimie entre differentes ſubſtances, par Mr. Geofroy, l'ainé*, in den *Mem. de l'acad. roy. des ſciences* J. 1718. S. 202. und *Eclairciſſemens ſur la table*, ebendaſelbſt. J. 1720. S. 20). Hr. Gellert (Anfangsgründe der metallurgiſchen Chemie Leipzig 1750. 1776. 8.); Marherr (chym. Abhandlungen von der Verwandtſchaft der Körper aus dem Lat. von Baldinger. Leipz. 1764. 8.); Erxleben (Anfangsgr. der Chemie. Göttingen 1775. 8.) ꝛc. ſuchten dieſe Tafeln zu vermehren. Die vollſtändigſte aber lieferte Bergmann (*Torb. Bergmann de attractionibus electivis*, in ſeinen *opuſc. phyſ. chemic. T. III.* S. 291.) Man findet eine nach den neueſten Beobachtungen veranſtalte Verwandtſchaftstafel im 2 Bande des zweyten Theils meines Syſtematiſchen Handbuchs der Chemie Halle 1790. 8.

Bey dieſen Wahlverwandtſchaften und Niederſchlagungen muß man aber ebenfalls die auf naſſem Wege von denen auf trocknem Wege unterſcheiden, ſo wie es vorher (§. 308. Anm.) bey den Auflöſungen geſchehen iſt. Wenn z. B. Silber aus der an ſich ſchon flüſſigen Auflöſung im Scheidewaſſer durch Küchenſalzſäure als Hornſilber niedergeſchlagen wird, ſo iſt das ein Niederſchlag auf naſſem Wege: wenn aber aus dem feſten, und erſt durchs Feuer flüſſig gemachten, rohem Spiesglaſe der Spießglaskönig von dem damit verbundenen Schwefel durch zugeſetztes Eiſen befreyet wird, ſo iſt das ein Niederſchlag auf trocknem Wege.

Von den einfachen Wahlverwandtſchaften unterſcheidet man die doppelten, wo zwey Körper, deren jeder aus zweyen ungleichartigen Beſtandtheilen zuſammengeſetzt iſt, dieſe gegen einander austauſchen, und ſo zwey neue Körper von andern Eigenſchaften und Verhältniſſen bilden. Geſetzt man vermiſcht die Auflöſung des Glauberſalzes, das aus Vitriolſäure und Mineralalkali beſteht, mit fixem Salmiak, der aus Küchenſalzſäure und Kalkerde zuſammengeſetzt iſt, zuſammen; ſo wird die Vitriolſäure des Glauberſalzes ihr Mineralalkali verlaſſen, um ſich mit der Kalkerde des fixen Salmiaks zum Gyps zu vereinigen, während daß ſich die Küchenſalzſäure des letztern mit dem Mineralalkali des erſtern zum Kochſalz verbindet. Es laſſen ſich hieraus verſchiedene, ſehr auffallende Phänomene leicht erkläreen: z. B. das chemiſche Wunderwerk, aus fixem Salmiak, und mildem Gewächslaugenſalze, die beyde einzeln in wenigem Waſſer aufgelößt, und mit einander vermiſcht werden, wo dann aus zwey flüſſigen Körpern durch die Vermiſchung nach und nach ein feſter Körper wird. Sie verwechſeln nämlich gegen einander ihre Beſtandtheile; die Küchenſalzſäure des erſteren macht mit dem Laugenſalze des letztern Digeſtivſalz, und die Luftſäure des letztern giebt mit der Kalkerde des erſtern rohen Kalk, die beyde freylich gegen das Waſſer andre Verhältniſſe haben, als die beyden vorigen Zuſammenſetzungen. — Ferner die ſcheinbare Verwandlung der Metalle in einander, wie des Kupfers in Gold, wenn es in eine Auflöſung des letztern getaucht wird, des Eiſens in Kupfer oder das Cemmentkupfer, des Kupfers in Silber ꝛc. Die Metalle ſind nämlich aus einer eigenen Grunderde oder einem Kalke und aus dem Brennſtoff zuſammengeſetzt; bey der Auflöſung in Säure entweicht der letztere größtentheils; wird aber nun ein anderes Metall zu der Auflöſung geſetzt, das näher mit der Säure verwandt iſt, ſo würde das

erſtere als Kalk abgeſchieden werden, wenn nicht das frey werdende Brennbare des zugeſetzten Metalles dieſem ſogleich wieder das Phlogiſton darböte, der ihn wieder in reguliniſches Metall verwandelt. Das abgeſchiedene Metall kömmt oft in kryſtalliniſcher Geſtalt zum Vorſchein und bildet ſogenannte Vegetationen; dahin gehört der Dianenbaum, oder Silberbaum, und der Bleybaum. Um den erſtern zu bereiten, nimmt man 1 Theil Silber, macht daraus eine geſättigte Auflöſung in Salpeterſäure, verdünnt ſie mit 20 Theilen ganz reinem deſtillirten Waſſer und 10 Theilen deſtillirtem Eſſig, ſeihet alles klar durch, ſchüttet ſie in ein cylindriſches Glas mit flachem Boden auf 2 Theile Queckſilber, und läßt alles ruhig an einen temperirten Orte ſtehen. Der ſich bildende ſogenannte Baum iſt ein kryſtalliniſcher Niederſchlag des Silbers durchs Queckſilber, wobey ſich aber jenes durch das überflüſſige zugeſetzte Queckſilber amalgamirt. Der Bleybaum ſieht ebenfalls ſchön aus, und wird dadurch erhalten, daß man ein Stück blanken Zink in eine geſättigte klare Auflöſung des Bleyzuckers in deſtillirtem Waſſer ruhig aufhenkt.

Die Kryſtalliſationen der Salze, welche der Hr. Verfaſſer hier mit anführt, gehören nicht eigentlich zu den Niederſchlägen. Die mehreſten feſten Salze erfordern nämlich ungleiche Quantitäten Waſſer zur Auflöſung, wenn dies eine verſchiedene Temperatur hat, oder: von den mehreſten Salzen löſt heißes Waſſer mehr auf, als kaltes. Wenn nun eine Auflöſung eines ſolchen Salzes z. B. des Glauberſalzes, des Alaunes, in der Hitze beynahe geſättigt iſt, und ſie wird der Erkältung ruhig ausgeſetzt; ſo kann, wegen des veränderten Sättigungsgrades, das Waſſer nicht mehr die vorige Quantität Salz aufgelößt behalten, und dieſes ſcheidet ſich ab. Die Salztheile bilden nun, wenn das Abkühlen nicht zu plötzlich erfolgt, regelmäßige Geſtält und Formen

die

die man Salzkryſtalle oder Anſchüſſe nennt, und die gewöhnlich nach geometriſchen Körpern genannt werden. Jedes Salz hat ſeine eigene Grundkryſtalliſation, in der es anſchießt. Da nun die Salze oft eine ſehr verſchiedene Quantität Waſſer zu ihrer Auflöſung erfordern; ſo giebt das Kryſtalliſiren ein Mittel, mehrere Salze von einander zu trennen; und die Kryſtalle ſelbſt geben Gelegenheit, ſie von einander zu unterſcheiden.

Einige Salze haben ſo viel Hang oder Verwandtſchaft zum Waſſer, daß ſie ſich entweder gar nicht oder nur ſehr ſchwer zu Kryſtallen bringen laſſen. Die ſchwerauflößlichen geben wegen ihrer ſchnellen Abſcheidung aus dem Waſſer auch nur kleine Kryſtalle.

Einige wenige Salze löſen ſich im heißen Waſſer in nicht viel größerer Menge auf als im kalten z. B. das Kochſalz. Sie können daher nicht durchs Abkühlen kryſtalliſirt werden; man muß das Auflöſungsmittel vielmehr ſelbſt über dem Feuer abdunſten, da ſich dann das Salz nach und nach ausſcheidet.

G.

310. §.

Aus den Metallen und andern Maſſen wird durch dergleichen Auflöſungen viele ſo genannte **künſtliche Luft** entwickelt, die ſich in mehrern merkwürdigen Eigenſchaften von der atmoſphäriſchen gemeinen Luft unterſcheidet. Wenn dieſe Luft ſchnell aus der Maſſe, die ſie vorher eingeſchloſſen hielte, verdrängt wird; ſo entſtehet das ſo genannte **Aufbrauſen**. Es äußert ſich durch ein häufiges Aufſteigen von Luftblaſen, welches mit einem beträchtlichen Geräuſch verbunden iſt. Man unterſcheidet das **kalte Brauſen** der Säuren mit Laugenſalzen und kalkichten Erden von

dem mit Erhitzung verbundenen Brauſen, das bey den Auflöſungen einiger Metalle in Säuren erfolgt.

311. §

Etwas dem Brauſen ähnliches wiewohl im geringern Grade geht bey der **Gährung** vor. Dabey bemerkt man eine nur allmählig entſtehende, mit einem gelinden Ziſchen und Schäumen verbundene dem Sieden ähnliche innerliche Bewegung, wobey der Zuſammenhang der Theile der gährenden Maſſe aufgehoben, eine Abſonderung einiger Theile, und zugleich durch eine neue Verbindung anderer Theile eine ſolche Maſſe zuwege gebracht wird, die ſich durch Eigenſchaften, welche ganz anders in die Sinne fallen, von der vorigen noch ungegohrnen Maſſe unterſcheidet. Dieſe Gährung hat das Aufſteigen der Luftblaſen, und das Verdünſten flüchtiger Theile mit dem Aufbrauſen gemein, welches der ſtarke Geruch der gährenden Maſſe zu erkennen giebt. Die Maſſen aus den Gewächsreiche ſind vorzüglich zu einer ſolchen Gährung geſchickt, und überhaupt muß eine zur Gährung aufgelegte Maſſe aus öhligten und brennbaren Theilen, aus Salz und wäßrigen Theilen beſtehen. Ueberdem wird der Zugang der Luft, und eine gelinde Wärme erfordert. Alle Säfte des reifen Obſtes gerathen von ſelbſt in Gährung: in andern Fällen muß man der Maſſe, welche zur Gährung gebracht werden ſoll, etwas zuſetzen, welches man das **Ferment** nennt, wenn es entweder die zur Gährung

rung nöthigen noch fehlenden Beſtandtheile enthält, oder die vielleicht ſchon zu häufig vorhandenen Beſtandtheile einer gewiſſen Art ihrer Wirkung ſchwächt, und ſolchergeſtalt die Gährung befördert.

Alle Körper des Pflanzen und Thierreichs ſind einer von ſelbſt erfolgenden Veränderung ihrer Miſchung ausgeſetzt, wenn ſie bey dem gehörigen Grade der Wäßrigkeit und Wärme dem Zugange der reſpirabelen Luft ausgeſetzt werden. Jede dieſer von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderung ſollte eigentlich Gährung heißen; man hat das Wort aber nur auf diejenige Art eingeſchränkt, wobey ſich eine weinartige, oder eine eſſigartige Flüſſigkeit erzeugt, und ſo Weingährung und Eſſiggährung faſt nur allein betrachtet.

Wenn zuckerartige Beſtandtheile des Pflanzenreichs und ſchleimige ſüßliche Körper bey einer gehörigen Verdünnung mit Waſſer und bey einer mäßigen Wärme von 70 = 80 Grad dem Zugange der freyen atmoſphäriſchen Luft ruhig ausgeſetzt werden; ſo gerathen ſie von ſelbſt in eine innere Bewegung, die Flüſſigkeit, die vorher klar war, wird trübe, es entwickelt ſich eine ungemeine Menge von fixer Luft die wir in der Folge näher betrachten werden, welche mit einem hörbaren Geräuſch hervorbricht, und, wenn die gährende Materie einige Zähigkeit hat, einen Schaum darauf bildet; die ganze Maſſe ſchwillt an, und zeigt zugleich eine etwas größere Wärme, als die umgebende Atmoſphäre hat. Nach und nach wird alles wieder ruhig, der Schaum verliert ſich allmählich, und die Flüſſigkeit wird wieder klar, nachdem ſich mehr oder weniger von einem ſchlammigen Bodenſatze, die Hefen, abgeſetzt hat. Jetzt zeigt ſich aber nun die Miſchung der Flüſſigkeit gar ſehr verändert; ſie hat

ihren vorigen ſüßen Geſchmack verlohren, und nun einen weinartigen Geruch und Geſchmack, und berauſchende Kräfte erhalten. Beyſpiele geben; der Wein aus Traubenſaft; das Bier aus abgekochtem Malze; der Meth aus Honig; der Cider aus ſüßen Obſtarten. — Die mouſſirenden Weine und Biere ſind im Grunde unvollkommen; ſie ſind in der Gährung durch den Ausſchluß der Luft unterdrückt worden, und heben von neuem mit der Entwicklung der Luftſäure an, wenn ſie die atmoſphäriſche Luft berühren. —

Wenn man die gegohrnen weinartigen Getränke einer gelinden Deſtillation unterwirft; ſo läßt ſich daraus eine Flüſſigkeit abſondern, in welcher alle berauſchende Kraft des weinartigen Getränkes liegt, die einen ſtarken durchdringenden Geruch und Geſchmack beſitzt, ſich mit dem Waſſer vermiſchen läßt, bey einer geringern Hitze, als dieſes, ſiedet, ſich anzünden läßt, und dann ohne Rauch und Ruß mit einer hellen Flamme verbrennt. Sie führt den Namen des brennbaren Geiſtes oder Weingeiſtes wenn ſie auch eben nicht aus Wein bereitet war. Beyſpiele geben: der Franzbranntwein, Kornbranntwein, Rum, Arrack ꝛc. Je mehr man dieſen Geiſt von ſeinen ihm anklebenden wäßrichten Theilen befreyet hat, in deſto ſtärkerem Grade beſitzt er die erwähnten Eigenſchaften. Der reinſte heißt Alcohol oder höchſtrectificirter Weingeiſt.

Wenn die weinartigen Getränke und Flüſſigkeiten den Bedingungen der Gährungen, nämlich dem gehörigen Grade der Wäßrigkeit und Wärme, und dem Zugang der Luft, unterworfen bleiben; ſo gehen ſie früher oder ſpäter in eine andere Veränderung ihrer Miſchung über, wobey ſich die Flüſſigkeit von neuem wieder trübt, aller weinartige Geruch und Geſchmack und alle berauſchende Kraft verlohren geht, und

und eine Materie entwickelt wird, die offenbar ſauer iſt, und Eſſig heißt. — Einige Pflanzenkörper, wie die bloß ſchleimigten, erfahren dieſe Verände- rung gleich anfangs, ohne vorhergehende bemerkbare Weingährung. Der reine Alcohol iſt für ſich allein dieſer zweyten Veränderung nicht unterworfen.

Dieſe ſo höchſt merkwürdigen Miſchungsverände- rungen der Pflanzenkörper laſſen ſich aus der Ver- gleichung der Beſtandtheile der erhaltenen Producte mit denen der Körper vor dieſen Gährungsarten er- klären. Nur der Zuckerſtoff des Pflanzenreichs iſt der eigentlichen Weingährung fähig. Seine Be- ſtandtheile ſind Brennſtoff, Luftſäure, Eſſigſäure, und dann das Wäßrigte, worinn er bey der Gäh- rung aufgelößt ſeyn muß. Wenn nun die Wärme auf ihn würket, ſo entwickelt ſich zuerſt der Stoff der Luftſäure, deren Hervorbrechen das Geräuſch und den Schaum bildet; die übrigen Beſtandtheile befin- den ſich nun in einem andern Verhältniß gegen ein- ander; und der Brennſtoff tritt mit der Eſſigſäure und dem Waſſer zum Weingeiſt zuſammen, der aber im Weine ſelbſt noch mehr oder weniger unzerſetzten Zu- ckerſtoff aufgelößt enthalten kann, woher eben der Unterſchied zwiſchen ſäuerlichen und ſüßen Weine rührt. Die Säure iſt im Weingeiſte ſo durch das Brenn- bare umhüllt, daß man ſie nicht als Säure ſchmecken und wahrnehmen kann.

Bey fortdauernden Bedingungen zur Gährung entweicht nach und nach der Brennſtoff, die Säure wird frey, und zeigt ſich nun in der Geſtalt des Eſſigs.

Eine umſtändlichere Darſtellung dieſer Erſcheinun- gen und Veränderungen habe ich in meinem ſyſtema- tiſchen Handbuche der Chemie, Th. II. Band I. S. 420. f. f. gegeben. G.

312. §.

312. §.

Die **Fäulniß** hat wiederum mit der Gährung viele Aehnlichkeit, ſie wird daher auch von mehrern Schriftſtellern als eine beſondre Art von Gährung unter dem Namen der **faulen Gährung** betrachtet, und von der **geiſtigen** und **ſauern Gährung** unterſchieden. Eine Maſſe geht nur in Fäulniß, wenn ſie aus Waſſer, Oel und Salztheilen beſtehet, auch werden Luft und Wärme erfodert. Oft geht der Fäulniß eine Gährung vorher, aber die Fäulniß bringt nie eine geiſtige oder ſaure Maſſe zuwege, ſondern anfangs das flüchtige Alcali und zuletzt eine gänzliche Zerſtörung der in Fäulniß gerathenen Maſſe Ueberdem iſt der Unterſcheid der Gährung und Fäulniß gar ſehr an dem Geruch zu erkennen, der bey jener geiſtig, oder ſäuerlich, bey dieſer aber höchſt widrig und unangenehm iſt.

Die Fäulniß oder faulende Gährung organiſcher Weſen iſt eines der merkwürdigſten Phänomene, das aber in der That noch weit mehrerer Unterſuchungen bedarf, ehe ſich eine völlig befriedigende Theorie davon geben läßt. Waſſer, Oel und Salztheile ſind freylich in den zur Fäulniß geneigten Körpern anzutreffen; allein es iſt zu allgemein geſagt, wenn man ſie für die fäulnißfähigen Theile hält. Der Thieriſche Leim, mit welchen ſeiner Miſchung nach der käſigte Theil der Milch, der gerinnbare Theil des Blutes, der fadenartige Theil deſſelben, die Muſkelfaſer, das Zellgewebe übereinkömmt; dann die Colla des Pflanzenreichs ſind die eigentlichen zur Fäulniß beſonders geneigten Subſtanzen. Ein gehöriger Grad der **Feuchtigkeit**, der **Wärme**, und

des Zugangs der reſpirabeln Luft ſind ebenfalls Bedingungsmittel der Fäulniß. Phlogiſtiſirte Luft, Luftſäure, flüchtig-alkaliniſche und brennbare Luft ſind Produkte, welche bey und während der Fäulniß entwickelt werden; und der eigentliche faulende Geruch, der ſo viel ſeptiſche Kräfte beſitzt, und das hauptſächlichſte Produkt der faulenden Gährung zu ſeyn ſcheint, mögte wohl der durchs Phlogiſton verflüchtigten und verfeinerten Phosphorſäure ſein Daſeyn zu verdanken haben. — Ich würde zu weitläufig werden, wenn ich hier die Umſtände bey der Fäulniß, die Mittel ſie zu verhindern, und die Veränderung der Miſchung, welche die Körper dabey erfahren, gehörig auseinander ſetzen wollte. Ich verweiſe zu dem Ende auf den erſten Band des zweyten Theils meines Handbuchs der Chemie, §. §. 1862 - 1878 etc. G.

313. §.

Man muß diejenige Luft, welche die offenen Zwiſchenräume der Maſſen ausfüllet, und in denſelben nur durch den äuſſern Druck der Atmoſphäre eingeſchloſſen erhalten wird, von derjenigen Luft unterſcheiden, die als Beſtandtheil in der Grundmiſchung ſteckt, und beym Aufbrauſen, oder bey den Gährungen aus den brauſenden und gährenden Maſſen entbunden wird. Jene in den offenen Zwiſchenräumen befindliche Luft tritt von ſelbſt aus denſelben hervor, wenn die von außen dagegen drückende atmoſphäriſche Luft vermittelſt der Luftpumpe weggenommen wird, und ſie iſt mit der atmoſphäriſchen Luft von einerley Beſchaffenheit. Sie wird auch von den Maſſen, aus welchen ſie vermittelſt der Luftpumpe wegge-

genommen iſt, wiewohl etwas langſam wieder eingeſogen. Eben dieſe Luft dringt ſo, wie Waſſer und andre flüſſige Maſſen in Schwamm und Löſchpapier dringen, in viele feſte und flüſſige Maſſen hinein, weil ſie mit ihren Beſtandtheilen ſtark zuſammen hängt, und von ihnen angezogen wird. Diejenige Luft aber, welche als Beſtandtheil in der Grundmiſchung vieler andern Maſſen ſteht, tritt nicht hervor, wenn man die Maſſe unter die Glocke der Luftpumpe bringt, und darunter die atmoſphäriſche Luft verdünnt. Sie muß alſo entweder in Zwiſchenräumen ſtecken, die umher von allen Seiten geſchloſſen, und mit den offenen Zwiſchenräumen in keiner Verbindung ſind: oder es muß eine noch unbekannte Urſache haben, warum ſie ſich ſo lange in einem unelaſtiſchen Zuſtande befindet, als ſie noch einen Beſtandtheil andrer Maſſen ausmacht, und mit den übrigen Grundtheilen einer ſolchen Maſſe in der genaueſten Verbindung iſt. Wegen dieſer Eigenſchaft, weil ſie in dem erwehnten Zuſtande in andern Maſſen gleichſam figirt anzutreffen iſt, hat ſie auch den Namen der **fixen Luft** erhalten.

Seit der Entdeckung der künſtlichen Luftarten nahmen die Naturforſcher den Unterſchied zwiſchen der Luft der Zwiſchenräume der Körper (aër poroſitatis), die durch die Luftpumpe entwickelt werden könnte; und der verkörperten Luft (aër mixtionis), die nicht durch dieſe ausgezogen werden kann, faſt allgemein an. — Allein es iſt jetzt einmal Zeit, dieſe letztere aufzugeben, die mit der Vorſtellung, welche wir von der Luft und der Kraft der Cohäſion haben,

haben, nicht beſtehen kann. Ich frage jeden, wie iſt es möglich, daß eine Luft, die den Umfang des Körpers aus den ſie erhalten werden kann, nach ihrer Entwickelung oft um mehr als 1000 mal übertrifft, in dieſem Körper ſo eingeſchloſſen und eingekerkert gelegen haben könnte, daß ſie auch durch die feinſte mechaniſche Zerſtückung deſſelben nicht entwickelt würde? — Wie iſt es z. B. möglich, daß in dem Raume von 1 Loth Zink über 300 Cubiczolle brennbare Luft, als Luft, hätten eingeſchloſſen ſeyn können? Und wo iſt die Kraft, die ſie ſo zurückhält? Und warum äußert dieſe Luft ihre Elaſtizität nicht, die ſie nach dem Mariottiſchen Geſetze in ſo gewaltigem Grade haben müßte, wenn ſie durch irgend eine Kraft in den ſo engen Raum gezwängt wäre? Man bürdet da der Cohäſionskraft eine neue Funktion auf, die ſich ſonſt durch nichts beweiſen läßt. — Es giebt gar keine verkörperte oder figirte Luft, und alle die Arten derſelben, welche man bey der Gährung, dem Auflöſen und durchs Feuer daraus erhält, ſind nicht als Luft, ſondern als feſter oder flüſſiger Beſtandtheil in den Körpern zugegen geweſen, und erhielten den luſtförmigen Zuſtand erſt bey der Operation, in welcher ſie erhalten wurde, durch die Aufnahme des Wärmeſtoffes, der ſie luſtförmig machte, oder, welches einerley iſt, in den permament elaſtiſchen Dampf verwandelte, den wir Luft nennen. Sie ſind ſo wenig in den Körpern als Luft zugegen geweſen, als der Broden oder Dampf des kochenden Waſſers in demſelben als elaſtiſche Flüſſigkeit vorher eingekerkert lag, und zugegen war. — Die nähere Zergliederung dieſer luftförmigen Stoffe in der Folge wird uns davon noch mehr überzeugen.

Der XVII. Abſchnitt
Gründe der Lehre vom Schall und den Tönen.

314. §.

Es läßt ſich kein Schall oder Klang eines Körpers auf die gewöhnliche Art empfinden, wenn der ſchallende oder klingende Körper nicht mit der atmoſphäriſchen Luft umgeben iſt (253. §). Hauptſächlich harte und elaſtiſche Körper ſchallen und klingen, wenn ſie an einander geſchlagen werden, und ſie werden dabey in eine ſchnelle Erſchütterung gebracht Wenn man annimmt, daß eine ähnliche Erſchütterung auch den angränzenden Lufttheilchen mitgetheilt werde, welche ſie hiernächſt nach allen Seiten durch die Luft vermöge ihrer Elaſtizität weiter fortpflanzen; ſo wird es begreiflich, wie unſer Ohr davon gerührt werden könne, wenn wir den Schall oder Klang auf die gewöhnliche Art hören.

315. §.

Man ſetze ein flaches Gefäß, etwa eine Theeſchale mit Queckſilber auf einen hölzernen frey ſtehenden Tiſch, und ſchlage nur mit der zuſammengedrückten Hand, oder ſtatt deſſen mit einem Hammer auf das Tiſchbladt; ſo wird man in demſelben Augenblick auf der Oberfläche des Queckſilbers eine große Menge ſehr zarter kreisförmiger Wellen

Wellen warnehmen, wovon der Mittelpunct mitten im Gefäß liegt. Daß durch den Schlag auf den Tiſch derſelbe überall erſchüttert werde, erkennet man aus der hüpfenden Bewegung leichter Sachen, wenn man vorher dergleichen Sachen auf den Tiſch gelegt hat. Dieſe Erſchütterung wird den angrenzenden Lufttheilchen mitgetheilt, von dieſen umher in der Luft weiter ausgebreitet, und dadurch unſer Ohr gerührt, indem wir das Geräuſch hören, was der Schlag auf dem Tiſch verurſachet. Stellet man auf den Tiſch eine Schlaguhr, einen Wecker, oder auch nur ſonſt eine etwas ſtark klingende auf einem ſolchen Fußgeſtelle befeſtigte Glocke, welches zugleich mit der Glocke erſchüttert wird, wenn man mit einem Hammer dran ſchlägt; ſo pflanzet ſich dieſe Erſchütterung auch auf den Tiſch fort, wie man daran erkennet, weil ſolches die zarten kreisförmigen Wellen an der Queckſilberfläche ebenfalls zuwege bringt. Eben darum war es bey den im 253. §. beſchriebenen Verſuchen nöthig, die Fortpflanzung der Erſchütterungen der unter dem Recipienten auf dem Teller der Luftpumpe befindlichen elaſtiſchen Körper durch etwas weiches zu verhindern: man hört ſonſt einen Klang, wenn die Erſchütterungen des Gebäudes der Luftpumpe ſich der äußern Luft mittheilen.

316. §.

Auch andre ſchnelle Bewegungen feſter und flüſſiger Maſſen in der Luft, wenn dieſe dadurch er-

erſchüttert wird, verurſachen Geräuſch und Schall. Die Luft ſelbſt verurſacht Schall und Geräuſch, wenn ſie ſchnell durch enge Oefnungen bläſet. Wenn ſie in einen Raum plötzlich hineindringt, worin vorher die Luft verdünnt war, wie bey den im 243. 244 und 247 §. beſchriebenen Verſuchen; oder wenn ſie aus einem Raum, worin ihre Federkraft durch die Hitze oder durch die Verdichtung ſehr verſtärkt war, plötzlich ausbricht. Die umher befindliche Luft wird dadurch mit erſchüttert, und das Ohr wird auf ähnliche Art gerührt, wie in den Fällen, wenn die Erſchütterungen feſter elaſtiſcher Körper der Luft mitgetheilet werden. Dieſe in der Luft fortgepflanzten Erſchütterungen ſind den wellenartigen Schwingungen des Waſſers an ſeiner Oberfläche einigermaßen ähnlich, die ſich von der Stelle, wo man einen Stein hinein wirft, nach allen Seiten hin kreisförmig ausbreiten. In der Luft breiten ſich die Schwingungen überall umher kugelförmig aus, die, indem ſie unſer Ohr rühren, unter dem Namen des Schalles empfunden werden.

317. §.

Die Fortpflanzung ſolcher Schwingungen in der Luft erfordert Zeit; daher kommt es, daß man an einem Orte, der von der ſchallenden Urſache etwas entfernt iſt, nicht in demſelben Augenblick den Schall empfindet, in welchem er ganz in der Nähe der ſchallenden Urſache empfunden wird. Man kann ſo reden, als wenn der Schall

etwas

etwas wäre, das ſich von einem Orte zum andern bewegte, und demſelben in einem ähnlichen Sinn, wie ſonſt bewegten Körpern, eine Geſchwindigkeit zuſchreiben. Das iſt alsdenn eigentlich die Geſchwindigkeit der Schläge oder Schwingungen in der elaſtiſchen Luftmaſſe, womit ſelbige ſich von einem Orte zum andern fortpflanzen. Man muß ſich jedoch die Sache nicht ſo vorſtellen, als wenn die Lufttheilchen ſelbſt, welche zunächſt bey der ſchallenden Urſache waren, ihren Ort verlaſſen, ſich nach und nach davon entfernen, und endlich in unſer Ohr kommen: die zwiſchen der ſchallenden Urſache und dem hörenden Ohr befindliche Luft wird nur wellenartig erſchüttert, die Lufttheilchen, welche gleich anfangs zunächſt am Ohr ihre Stelle hatten, ſind noch in dem Augenblick da, in welchem der Schall gehört wird, und werden in eben dieſem Augenblick erſchüttert, ohne gänzlich ihre Stelle zu verlaſſen.

318. §.

Man wird ſchon von ſelbſt ermeſſen, daß theoretiſche Unterſuchungen über die Geſetze, nach welchen ſich die Schläge oder Schwingungen in der elaſtiſchen Luftmaſſe fortpflanzen, ihre eigenen Schwürigkeiten haben müſſen: demnach hat H. **Newton** auf eine ſehr ſinnreiche Art aus theoretiſchen Gründen folgende Regel geſchloſſen, nach welcher die Geſchwindigkeit des Schalles durch Rechnung gefunden werden kann.

Man ſuche nach der Regel des 56 §. diejenige Geſchwindigkeit, welche ein ſchwerer Körper erlangen würde, wenn er von einer halb ſo großen Höhe herab fiele, als die Atmoſphäre hätte, wenn ihre Dichtigkeit durchgängig gleichförmig und eben ſo groß wäre, als ſie unten an der Erdfläche iſt.

Wie groß die Höhe der Atmoſphäre unter der angenommenen Bedingung ſeyn müſte, das läßt ſich auf folgende Art finden. Die Luft iſt nahe an der Erdfläche, bey mittelmäßiger Wärme gewöhnlich 800mal leichter als Waſſer, und hält mit einer 32 Pariſer Fuß hohen Waſſerſäule das Gleichgewicht. Hätte ſie alſo durchgängig einerley Dichtigkeit, ſo wäre vermöge der im 150 §. bewieſenen Regel die Atmoſphäre 800mal 32 Fuß oder 25600 Fuß hoch und die halbe Höhe würde 12800 Pariſer Fuß betragen.

319. §.

Die Höhe des freyen Falles ſchwerer Körper in der erſten Sekunde beträgt 15,625 Rheinländiſche: oder ſehr nahe 15,1 Pariſer Fuß; (94. §.) und jene Zahl von 12800 mit dieſer multiplicirt giebt das Product 193280. Hievon iſt die Quadratwurzel 439,6 und dieſe doppelt genommen giebt vermöge der im vorigen §. bemerkten Regel 879 Pariſer Fuß für die Geſchwindigkeit des Schalles, oder die Größe des Weges, durch welchen ſich der Schall in einer Zeitſecunde fortpflanzt. Herrn Newtons Theorie davon findet

man in den Principiis Philoſophiae Natur. Mathe at. Lib. II. Propoſ. XL X. Probl. XI. Herr Euler hat ſie weiter erläutert und eine leichtere Analyſin dabey angewandt in den Opuſculis varii argumenti Berolini 1746, in der IIten Abhandlung: Nova Theoria Lucis et Colorum, Cap. II. De formatione ac propagatione pulſuum, pag. 183. ſqq.

320. §.

Weil die Dichtigkeit der Luft und die Barometerhöhe nicht allemal einerley iſt, ſo wird nach dieſer Regel nicht allemal einerley Geſchwindigkeit des Schalles gefunden; demnach ließe ſich ſchon erwarten, daß Beobachtungen über die Geſchwindigkeit des Schalles nicht immer einerley geben können. Indeſſen hat man doch, vermöge vieler Beobachtungen, welche über die Geſchwindigkeit des Schalles ſind angeſtellet worden, gefunden, daß ſich derſelbe beträchtlich ſchneller fortpflanze, als der Theorie gemäß zu ſeyn ſcheint. Zu ſolchen Beobachtungen dient am beſten die Abfeurung des groben Geſchützes in hinlänglicher Entfernung von dem Orte der Beobachtung. Wegen der ganz ungemein ſchnellen Ausbreitung des Lichts, wovon unten Nachrichten vorkommen werden, ſiehet man den Bliß des entzündeten Pulvers in eben dem Augenblick, in welchem der Schuß geſchiehet; man hört aber den Knall um ein anſehnliches ſpäter, wenn der Ort der Beobachtung, und der Ort, wo das Geſchütz abgefeuert wird, weit genug von einander entfernt

ſind. Im Jahr 1738 hat man in Frankreich mit ſehr vieler Vorſicht darüber Beobachtungen angeſtellet, und die Geſchwindigkeit des Schalles von 173 Toiſen oder 1038 Pariſer Fuß in einer Secunde befunden. M. ſ. die Hiſtoire de l'Acad. Royale des Sciences de Paris Année 1738, pag. 1 ſqq. und die Memoires deſſelben Jahres pag. 183. u. f. der Holl. Ausgabe. Im Jahr 1739 fand man bey wiederholten Beobachtungen 173½ Toiſen. M. ſ. die Hiſtoire de l'Acad A. 1739, pag. 169. Sonſt hatte man dieſe Geſchwindigkeit allemal noch etwas größer befunden. Nach ältern Beobachtungen, die vorher in Frankreich waren angeſtellet worden, und welche H. du Hamel erzählt, hatte man 180 Toiſen oder 1080 Fuß befunden. Nach Beobachtungen, die man in Engelland angeſtellet hatte, war dieſe Geſchwindigkeit von 1142 londner Fuß befunden worden, die mit 1072 Pariſer Fuß übereinkommen, wenn nach der genaueſten Vergleichung das Pariſer Maaß zum londner ſich wie 864: 811 verhält, oder wie 1440 zu 1351,6, (M. ſ. die Vergleichungstafel im 1 Theil meiner Anfangsgr. der Math. Wiſſ. im 252. §. der Rechenk. auf der 322 S.)

221. §.

Nach Herrn **Lamberts** Urtheil beweiſet dieſe Abweichung deſſen, was die Beobachtungen geben, von dem Reſultat der Theorie nicht, daß die Theorie noch fehlerhaft ſey: vielmehr kommt

nach ſeinem Urtheil die Verſchiedenheit nur davon her, weil man bey der Rechnung die eigentliche Dichtigkeit der **völlig reinen Luft** kennen müſte. Das ſpecifiſche Gewicht der Luft wird durch das Gewicht der darin ſchwebenden Dünſte gar ſehr vermehrt, und H. **Lambert** glaubt, daß man berechtiget ſey, aus den Beobachtungen über die Geſchwindigkeit in der Fortpflanzung des Schalles eine Vergleichung der Dichtigkeit der völlig reinen Luft mit der Dichtigkeit der mit den Dünſten vermiſchten natürlichen Luft herzuleiten. Nimmt man nemlich die Geſchwindigkeit des Schalles von 1040 Pariſer Fuß in 1 Secunde an, ſo findet man nach der Regel des 57. §. die Höhe wovon ein ſchwerer Körper fallen muß, um eine eben ſo große Geſchwindigkeit zu erlangen, wenn man die Quadratzahl von 1040, nemlich 1081600, mit der Zahl 62,5 dividirt. Das giebt 17305 Fuß, und dieſe Zahl doppelt genommen giebt 34610 Fuß für die Höhe der gleichförmig dichten Atmoſphäre. Es verhält ſich aber 34610 F. zu 25600 F. (welches dieſe Höhe der Rechnung des 318 §. gemäß ſeyn müßte) beynahe wie 34 zu 25, und das wäre nach H **Lambert** das Verhältniß der Dichtigkeit der natürlichen mit Dünſten vermiſchten Luft zur Dichtigkeit der völlig reinen Luft. H. Lambert ſelbſt hat die Zahlen 37 zu 25, und das rührt daher, weil bey ſeiner Rechnung die Dichtigkeit der natürlichen Luft noch etwas größer als hier im 318 §. voraus-

geſetzt iſt, nemlich nicht völlig 800mal kleiner als die Dichtigkeit des Waſſers.

M. ſ. dieſe Abhandlung: Sur la viteſſe du Son par M. Lambert in der Hiſtoire de l'Acad. de Pruſſe. Année 1768. pag. 70 ſqq.

322. §.

Es iſt indeſſen nicht zu läugnen, daß die Newtonſche und Euleriſche Theorie, woraus die im 318 §. gegebene Regel folgt, noch ihre Schwierigkeiten habe, auch ſcheint H. **Euler** ſelbſt daran zu zweifeln, ob die Vorausſetzungen, worauf ſie ſich gründet, der Natur völlig gemäß ſeyn mögten. (Conjectura Phyſica circa propagationem ſoni ac luminis, §. 8. ſqq. pag. 5. ſqq). Dieſerwegen verdienen die neuern Bemühungen des Herrn **Wünſch**, dieſe Theorie mehr ins Licht zu ſetzen, alle Aufmerkſamkeit. M. ſ. deſſen Initia novae doctrinae de natura ſoni. Lipſ. 1776. Hier ſind indeſſen noch folgende Geſetze der Ausbreitung des Schalles zu bemerken, von deren Richtigkeit man durch Beobachtungen iſt verſichert worden.

323. §.

Die Fortpflanzung des Schalles iſt gleichförmig, und ſeine Geſchwindigkeit unveränderlich. Dieſe Geſchwindigkeit iſt einerley, der Schall mag ſchwach oder ſtark ſeyn; ſie iſt überdem einerley im Sommer und Winter, bey Hitze und Kälte, bey feuchter und trockener Witterung, auch bey Tage und zur Nachtszeit,

nur daß der Schall des Nachts, wenn ſonſt alles ſtiller iſt, in größerer Entfernung gehört werden kann. Wenn der Wind nach einer Richtung bläſet, die auf der graden Linie zwiſchen den Oertern ſenkrecht iſt, woher der Schall kommt, und wo man ihn hört; ſo ändert er nichts in der Geſchwindigkeit deſſelben. Wenn aber der Wind in einer mit dieſer Linie parallelen Richtung bläſet; ſo vermehrt er die Geſchwindigkeit des Schalles oder vermindert ſie um einen Theil, der ſeiner eigenen Geſchwindigkeit gleich iſt, nachdem er mit dem Schall nach einerley Richtung oder demſelben entgegen bläſet. M. ſ. die Hiſtoire de l'Acad. de Paris, A. 1738. pag. 4. 5. der Holl. Ausgabe.

324. §.

Der übrige Erfolg bey der Fortpflanzung des Schalles iſt für unſre Empfindung eben ſo, als wenn ſich der Schall nach allen Seiten in graden Linien ausbreitete, auch **von jeder Fläche eines harten Körpers unter eben dem Winkel zurück geworfen würde, unter welchem er anſtieß.** Eine ſolche grade Linie, nach welcher ſich der Schall von dem ſchallenden Körper fortpflanzt, kann man ſich zur Erleichterung der Sache als einen **ſchallenden Strahl** vorſtellen, wegen der Aehnlichkeit mit der Ausbreitung des Lichts, welches ſich ebenfalls nach graden Linien von jeder Stelle eines leuchtenden Körpers auszubreiteu ſcheint. Je mehr Strahlen alsdenn das Ohr von denjenigen auffängt, die ein und eben derſelbe

ſelbe ſchallende Körper um ſich her verbreitet, deſto ſtärker iſt der Schall, je weniger es ſind, deſto ſchwächer. Man leitet daher gewöhnlich die Folge: der Schall werde in doppelter Entfernung viermal, in dreyfacher Entfernung neunmal ſchwächer, und ſo ferner fort.

325. §.

Daraus erklärt es ſich, was es mit dem **Wiederhall** oder dem **Echo** für eine Bewandniß habe, es mag einfach oder vielfach ſeyn. Es iſt ein zurückgeworfener und zum zweytenmal gehörter Schall. Das vielfache Echo aber entſteht, wenn mehrere ungleich weit entfernte harte Flächen den Schall zurück werfen. Weil die Geſchwindigkeit des Schalles bekannt iſt; ſo kann man leicht finden, in wie vieler Zeit der Schall nach den Ort, wo er entſtanden iſt oder auch nach jedem andern Ort hin wieder zurück kommt, wenn er von einer harten Fläche in bekannter Entfernung zurück geworfen wird. Die wiederhallende Fläche muß wenigſtens 50 bis 64 Fuß weit von einer Perſon entfernt ſeyn, wenn ſie nur einſylbigte von ihr ſelbſt laut ausgeſprochene Worte zum zweyten mal hören ſoll. Bey größern Entfernungen kann das Echo auch mehrſylbigte Wörter wiederholen.

Man vergleiche die Recherches ſur la nature et la propagation du ſon par M. Louis de la Grange in den Miſcellaneis Taurinenſ. Tom. I. pag. 1. auch die Eclairciſſiments plus detaillés ſur la generation du ſon, et ſur la formation de l'echo, par M. Euler, in der Hiſtoire de l'Acad. de Pruſſe A. 1765. pag. 335.

326. §.

Ferner wird daraus die Wirkung des Sprachgewölbes, des Sprachrohrs und des Höhrrohrs begreiflich: auch eben ſo die Wirkung enger cylindriſcher Röhren, die, wenn ſie aus einer elaſtiſchen Maſſe gemacht ſind, Worte einer Perſon, welche an dem einen Ende ganz ſachte hinein redet, bis ans andre Ende vernehmlich fortpflanzen, wenn eine andre Perſon das Ohr an die andre Oefnung der Röhre hält. Das Hörrohr ſoll nach ſeiner Abſicht, wenn man die engere Oefnung ins Ohr ſteckt, mit der weiten Oefnung mehr ſchallende Strahlen auffangen und ins Ohr bringen, als ſonſt hinein kommen würden, und auf ſolche Art Perſonen, welche ein ſchwaches Gehör haben, Dienſte leiſten. Dagegen ſoll das Sprachrohr Worte, welche man in die enge Oefnung laut hinein redet, durch die weite Oefnung auf eine anſehnliche Entfernung vernehmlich fortpflanzen. In ſolcher Abſicht muß es eine ſolche Figur haben, daß die ſchallenden Strahlen, welche ſich vom Munde der hinein redenden Perſon nach allen Seiten ausbreiten würden, nach mehrern Zurückwerfungen im innern des Rohrs aus der weiten Oefnung in paralleler Richtung herausfahren.

327. §.

Seit dem der Ritter **Morland** im Jahr 1670 das Sprachrohr erfunden hat, iſt man häufig bemühet geweſen, ihm die ſchicklichſte Figur zu geben. **H. Lambert** hat gewieſen, daß die Figur eines

eines abgekürzten Kegels, wo nicht die beſte, doch wenigſtens eben ſo gut ſey, als jede andre, die man ſtatt ihrer möchte wählen können. Man findet hievon eine Abhandlung: Sur quelques Inſtrumens acouſtiques par Mr. Lambert, in der Hiſtoire de l'Acad. de Pruſſe, Année 1763.
69. Fig. pag. 87. Es ſey ADEB der abgekürzte Kegel, welcher als Sprachrohr dient, DE die kleinere Oefnung, die man an den Mund anſchließt, AB die größere Oefnung, FG die Länge der Axe, AD die Länge der Seitenlinie. Die Frage iſt: wie groß müſſen die Grundflächen im Durchmeſſer, und wie groß die Länge der Axe seyn, wenn das Sprachrohr dienen ſoll, die Worte einer ſtark hinein redenden Perſon bis auf eine verlangte Entfernung verſtändlich fortzupflanzen? Wenn man die eben erwehnte Entfernung mit der größten Entfernung dividirt, in welcher die Worte einer ſtark redenden Perſon ohne Sprachrohr noch könnten verſtändlich gehört werden; ſo zeigt der Quotient, wievielmal das Sprachrohr die größte Entfernung vergrößert, in welcher die Worte einer laut redenden Perſon noch können verſtanden werden. Dieſer Quotient ſoll Kürze halber die **Vergrößerungszahl** heißen.

328. §.

69. Fig. Die Seitenlinie AD des abgekürzten Kegels DABE ſchneide ſeine Axe FG in dem Punct C: ſo iſt C die Spitze des ganzen Kegels, wovon der abgekürzte einen Theil ausmacht, und FCA iſt der

der halbe Winkel an der Spitze. Vermöge der Theorie muß der halbe Durchmeſſer FA der größern Grundfläche ſo groß ſeyn, als die Länge CD der Seitenlinie des kleinen oben abgeſchnittenen Kegels: (M. ſ. a. a. O. den 51. §.) die Oefnung DE aber kann im Durchmeſſer $1\frac{1}{2}$ Zoll groß gemacht werden, damit ſie am Munde bequem anſchließe. Wenn nun die Größe des Winkels an der Spitze, mithin auch ſeine Hälfte bekannt iſt, und die Länge CA der Seitenlinie des ganzen Kegels; ſo kann der halbe Durchmeſſer FA der größern Grundfläche nach bekannten Regeln der Trigonometrie vermittelſt der Proportion ſin. tot : CA = ſin. FCA : FA gefunden werden. (Man vergleiche die Anfangsgründe der Mathem. Wiſſenſch. 1 Theil 259. §. Geom.) Eben ſo groß muß CD ſeyn, und dieſe Länge CD von CA abgezogen giebt die Länge AD der Seitenlinie des abgekürzten Kegels, welcher als Sprachrohr dienen ſoll.

Aus den Gründen der Theorie ſchließt Herr Lambert ferner folgende Regeln, um den Winkel an der Spitze, und die Länge der Seitenlinie CA zu finden:

1) Man dividire die Quadratwurzel aus der Zahl 2 mit der Vergrößerungszahl: ſo hat man die Länge eines Bogens für den Halbmeſſer = 1, welcher das Maaß des halben Winkels FCA an der Spitze abgiebt.

2) Man quadrire die Vergrößerungszahl, und nehme $\frac{2}{3}$ von ihrer Quadratzahl; ſo hat man die

die länge der Seitenlinie CA in Zollen. Alsdenn kann, wie es vorhin bemerkt iſt, AF = CD, und daraus ferner AD gefunden werden.

329. §.

Die größte Entfernung, in welcher man die Worte einer recht ſtark redenden Perſon noch verſtändlich hören kann, dürfte etwa 400 Fuß betragen. Soll alſo das Sprachrohr die hineingeredeten Worte 5000 Fuß weit verſtändlich fortpflanzen; ſo iſt $12\frac{1}{2}$ die Vergrößerungszahl. Ferner iſt $\sqrt{2} = 1,414213$, und dieſe Zahl nach der erſten Regel mit 12,5 dividirt giebt 0,11313 für die länge des mit dem Halbmeſſer = 1 beſchriebenen Bogens, der das Maaß des Winkels FCA abgiebt. Weil dieſer Winkel nur klein iſt, ſo iſt der Sinus nicht erheblich von dem eben gefundenen Bogen verſchieden, und man findet gleich FA, wenn man CA mit der Zahl 0,11313 multiplicirt.

Ferner iſt von 12,5 die Quadratzahl 156,25, und hievon $\frac{3}{8}$ genommen giebt die länge CA von 58,6 Zoll. Wird dieſe weiter mit 0,1 313 multiplicirt, ſo findet man FA, oder CD, 6,6 Zoll lang, und dieſe von 58,6 Zoll abgezogen geben die länge DA von 52 Zoll, oder 4 Fuß 4 Zoll. Dies Sprachrohr vergrößert die Entfernung, in welcher die Worte einer laut redenden Perſon verſtändlich gehört werden können, $12\frac{1}{2}$ mal. Wäre die Stimme der Perſon nicht ſtark genug, um in einer Entfernung von 400 Fuß noch verſtan-

ſtanden zu werden, ſo würde man ihre Worte auch durchs Sprachrohr nicht in der Entfernung von 5000 Fuß verſtehen: das Sprachrohr aber hätte doch die ſeiner Vergrößerungszahl gemäße Einrichtung.

Eine Perſon von ſo ſchwacher Stimme, daß man ſie nur 200 Fuß weit hören könnte, müßte durch ein Sprachrohr reden, daß dieſe Entfernung 25mal vergrößerte, wenn man ſie 5000 Fuß weit verſtehen ſollte. Für ein ſolches Sprachrohr wird der Winkel FCA halb ſo groß, als vorhin, alſo ſein Maaß = 0,05656. Ferner wird die Länge CA viermal größer, alſo 234,4, und dieſe mit 0,05656 multiplicirt giebt AF = CD = 13,25 Zoll: alſo wird AD 221 Zoll lang, oder 18 Fuß 5 Zoll.

330. §.

Wir unterſcheiden **Klang** und **Ton** vom bloßen Schall. Von Glocken, von muſikaliſchen geſpannten Saiten, von Flöten, und andern muſicaliſchen Inſtrumenten, ſagen wir, daß ſie klingen, nachdem ſie ſind erſchüttert worden. Die Empfindung des Klanges einer geſpannten Saite iſt nicht einerley mit der Empfindung des Klanges einer Saite von eben der Stärke, die auch eben ſo ſtark geſpannt, aber kürzer als die vorige iſt. Wir ſagen, daß die kürzere Saite **höher**, die längere Saite **tiefer** klinge, und die beſtimmte Höhe oder Tiefe des Klanges der geſpannten Saite nennen wir ihren **Ton**. Gleich lange und gleich

gleich ſtark geſpannte Saiten von gleicher Dicke geben einerley Ton an, die kürzere aber einen höhern Ton, als die längere. Mit den klingenden Glocken, und den muſikaliſchen Blasinſtrumenten hat es eine ähnliche Bewandniß, welches die Stimmflöte am beſten erläutert.

331. §.

Geſpannte und klingende Saiten ſind in einer ſehr ſchnellen Schwingungsbewegung, worin ſie auf mancherley bekannte Arten verſetzt werden: die Mechanik aber lehrt, daß alle dieſe Schwingungen in gleichen Zeiten auf einander folgen. Ueberdem läßt ſich aus mechaniſchen Gründen beweiſen, daß bey gleicher Dicke der Saiten und gleicher Spannung die Zahl der Schwingungen, welche in gleicher Zeit erfolgen, mit der Länge der Saite im umgekehrten Verhältniß ſtehe. Die halb ſo lange Saite macht doppelt ſoviele, die dreymal kürzere Saite dreymal ſoviel Schwingungen in einer Secunde, und ſo ferner. Das heißt mit andern Worten: gegen eine Schwingung der Saite, welche die ganze Länge hat, kommen zwo Schwingungen der Saite von halber Länge, drey Schwingungen einer Saite, die dreymal kürzer iſt, und ſo weiter. Die zitternden Saiten pflanzen ihre Schwingungen durch die Luft fort, und in der Luft folgen alsdenn eben ſoviele Erſchütterungen von gleicher Dauer in einer Secunde nach einander, als die Saite in eben der Zeit macht. Die Empfindung eines

Klan=

Klanges von beſtimmter Höhe oder Tiefe entſteht alſo von ſehr ſchnellen Schwingungen eines elaſtiſchen Körpers, die alle von gleicher Dauer ſind, und ſich vermittelſt der Luft, oder vielleicht noch andrer elaſtiſcher Maſſen bis ins Innere unſers Ohrs fortpflanzen. Einen Schall empfinden wir ſchon, wenn gleich die Schwingungen nicht ſo ſchnell, vielleicht auch von ungleicher Dauer ſind.

332. §.

Der Ton, welchen die Saite von halber Länge angiebt, iſt vermöge der Erfahrung die **Oberoctav** des **Grundtons**, den die Saite angiebt, welche die ganze Länge hat. Eben ſo lehrt die Erfahrung, daß die dreymal kürzere Saite die **Oberduodecime**, oder **Oberoctav** der **Quinte** des Grundtons, die fünfmal kürzere Saite aber die **Oberdecime-Septime**, oder die doppelte **Oberoctav** der großen **Terze** des Grundtons angebe. Auf dieſen Erfahrungen beruhet die muſicaliſche Berechnung oder Vergleichung der Töne in Anſehung ihrer Höhe oder Tiefe gegen den Grundton: man beurtheilt nemlich die Höhe oder Tiefe eines Tons gegen den Grundton aus der Zahl der Schwingungen, die eine in dem Ton klingende Saite gegen eine Schwingung der Saite macht, die den Grundton angiebt.

333. §.

Zwey oder mehrere zugleich klingende Töne machen einen **Accord** aus; mehrere nach einan-

der folgende Töne eine **Melodie** oder einen **Geſang**; mehrere nach einander folgende Accorde eine **Harmonie**. Vermöge der Erfahrung ſind nicht alle Accorde dem Gehör angenehm, darum werden ſie in **conſonirende** und **diſſonirende** eingetheilt. Eben ſo muß auch eine gute Melodie, die man mit Vergnügen hört, von einer ſchlechten, eine gute Harmonie von einer ſchlechten, welche auch, wenn ſie dem Gehör ganz zuwider iſt, **Disharmonie** heißt, unterſchieden werden.

Muſikverſtändige wiſſen, daß die Terze, und beſonders in der harten Tonart die große Terz, die Quinte und Octav den vollkommenſten vierſtimmigen Accord ausmachen. Wer einigermaßen ein gutes muſikaliſches Gehör hat, empfindet außer dem Grundton, wenn eine tiefklingende Saite auf dem Violoncello oder Flügel angeſchlagen wird, zugleich die mit demſelben zuſammen gehörige Oberoctav, Oberduodecime, und Oberdecime-Septime. Die Quint iſt die Unteroctav von der Oberduodecime und die große Terz die doppelte Unteroctav von der Oberdecime-Septime. Auf einem rein geſtimmten Flügel fangen die in der Oberduodecime und Oberdecime-Septime geſtimmten Saiten mit an, zu zittern, und werfen kleine drauf gelegte Stückchen Papier ſchnell weg, wenn man den Grundton anſchlägt.

334. §.

Der Grundton macht mit der Quint und großen Terz den **vollkommenen**, mit der kleinen

Terz

Terz aber den minder vollkommenen harmoniſchen Dreyklang aus: die große Terz vom Grundton iſt zugleich die kleine Unterterz von der Quint; die kleine Terz vom Grundton aber iſt die große Unterterz von der Quint.

Die zweyſtimmigen Accorde werden in folgender Ordnung minder conſonirend:

Grundton und Octav,
Grundton = Quinte,
Grundton = große Terz,
Grundton = kleine Terz,
Grundton = Quart,
Grundton = Sext.

Die Quart iſt die Unterquint von der Octav, die Sext aber die kleine Unterterz von der Octav, und zugleich die große Terz von der Quart.

Diſſonirende zweyſtimmige Accorde ſind

Der Grundton und Septime
Grundton = Secunde.

Die Septime iſt die Quint von der großen Terz: die Secunde aber die Unteroctav von der Doppelquint, oder auch die Unterquint von der Sext.

335. §.

Kürze halber nenne man jede Saite, die ihre beſtimmte Länge hat, ſo wie der Ton, den ſie angiebt, in Vergleichung mit dem Grundton heißt, wenn einerley Dicke und einerley Spannung der Saite vorausgeſetzt wird; bezeichne ſie aber mit der Zahl der Schwingungen, die ſie gegen eine Schwingung des Grundtons macht, und

nenne dieſe Zahl den numeriſchen Werth des Tons. In dieſem Sinne ſind die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, die numeriſchen Werthe des Grundtons, der Octave, der Oberduodecime, der Doppeloctav und Oberdecime-Septime. Für jeden Ton, welcher tiefer als der Grundton iſt, hat man den numeriſchen Werth, wenn man die 1, als den Werth des Grundtons, mit dem numeriſchen Werth des gleichnamigen Tons, der höher als der Grundton iſt, dividirt. Dieſemnach ſind die Zahlen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ die numeriſchen Werthe der Unteroctav, der Unterduodecime und Unterdecime-Septime.

Nimmt man einen andern Grundton an, ſo wird für jeden andern Ton der numeriſche Werth in Vergleichung mit dem neuen Grundton gefunden, wenn der numeriſche Werth dieſes Tons mit dem numeriſchen Werth des neuen Grundtons dividirt wird. Soll die Octav der Grundton werden, ſo wird aus der Duodecime die Quint, und ihr numeriſcher Werth $= \frac{3}{2}$. Soll aus der doppelten Octav der Grundton werden; ſo wird aus der Decimeſeptime die große Terz, und ihr numeriſcher Werth $= \frac{5}{4}$. Wenn ferner die große Terz der Grundton wird, ſo verwandelt ſich die Quint in die kleine Terz, und ihr numeriſcher Werth iſt $= \frac{3}{2} : \frac{5}{4} = \frac{6}{5}$. Die numeriſchen Werthe der Unterquint, der großen und kleinen Unterterz ſind alſo $\frac{2}{3}$, $\frac{4}{5}$ und $\frac{5}{6}$.

Die Quart, als die Unterquint von der Octav, wird $= \frac{4}{3}$, die Sext als kleine Unterterz

von

von der Octav, oder auch als große Terz von der Quart $= \frac{5}{3}$, und die Septime als Quint von der großen Terz $= \frac{15}{8}$, die Secunde als Unteroctav von der Doppelquint iſt $= \frac{9}{8}$, aber als Unterquint von der Sext $= \frac{10}{9}$.

336. §.

Es ſey nun der Ton, welcher in der ausübenden Muſik c heißt, der Grundton, ſo erhält man die nachſtehende Tonleiter.

1		$\frac{9}{8}$		$\frac{5}{4}$		$\frac{4}{3}$		$\frac{3}{2}$		$\frac{5}{3}$		$\frac{15}{8}$		2
c		d		e		f		g		a		h		$\bar{c}$
	$\frac{9}{8}$		$\frac{10}{9}$		$\frac{16}{15}$		$\frac{9}{8}$		$\frac{10}{9}$		$\frac{9}{8}$		$\frac{16}{15}$	

oder ſtatt deſſen

1		$\frac{10}{9}$		$\frac{5}{4}$		$\frac{4}{3}$		$\frac{3}{2}$		$\frac{5}{3}$		$\frac{15}{8}$		2
c		d		e		f		g		a		h		$\bar{c}$
	$\frac{10}{9}$		$\frac{9}{8}$		$\frac{16}{15}$		$\frac{9}{8}$		$\frac{10}{9}$		$\frac{9}{8}$		$\frac{16}{15}$	

In der letzten Reihe ſind die Intervalle c zu d, d zu e, e zu f, einerley mit den Intervallen g zu a, a zu h, h zu c, wie man findet, wenn der numeriſche Werth eines jeden Tons mit dem numeriſchen Werth des vorhergehenden dividirt wird. Dagegen ſind in der erſten Reihe die Intervalle g zu a, a zu h in umgekehrter Ordnung einerley mit den Intervallen c zu d, und d zu e. Indeſſen kommen doch keine andre ganze Intervalle, als mit den numeriſchen Werthen $\frac{9}{8}$ und $\frac{10}{9}$ vor, und das iſt der Grund, warum man große und kleine ganze Intervalle unterſcheidet.

Man kann jedes Intervall von einem Ton zum andern wie einen Quotienten, oder Bruch, ſchreiben. Setzt man alsdenn für jeden Ton ſeinen numeriſchen Werth und dividirt würklich; ſo giebt der Quotient den numeriſchen Werth des Tons im Zähler gegen den Ton

im Nenner als Grundton angenommen. Dieſemnach iſt in der Tonleiter

c d e f g a h c

das Intervall $\frac{h}{a} = \frac{9}{8}$ ein großes, $\frac{a}{g} = \frac{10}{9}$ aber ein kleines ganzes Intervall, man mag die erſte oder die zweyte Reihe der numeriſchen Werthe zum Grunde ſetzen. Die halben Intervalle $\frac{f}{e}$ und $\frac{c}{h}$ ſind beyde $= \frac{16}{15}$.

337. §.

Wenn in der aus zwölf Intervallen beſtehenden Tonleiter, vom Grundton c bis zu ſeiner Octave $\overline{c}$, das dis eine reine kleine Terz vom Grundton c ſeyn ſoll; ſo hat dis den numeriſchen Werth $\frac{6}{5}$. (235. §.) Die Quint davon iſt b, alſo $\frac{9}{5}$ der numeriſche Werth von b. Ferner iſt gis die Quart von dis alſo $\frac{6}{5} \times \frac{4}{3} = \frac{8}{5}$ der numeriſche Werth von gis. Von eben dieſem gis iſt cis die Unterquint, und das giebt für cis die Zahl $\frac{8}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{16}{15}$. Endlich iſt fis die Unterquart von h, alſo iſt $\frac{15}{8} \times \frac{3}{4} = \frac{45}{32}$ der numeriſche Werth von fis. Nimmt man aus dem 336. §. den Werth $\frac{9}{8}$ für d an; ſo erhält man das nachſtehende Klanggeſchlecht:

1	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{45}{32}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{15}{8}$	2
c	cs	d	ds	e	f	fs	g	gs	a	b	h	$\overline{c}$
	$\frac{16}{15}$	$\frac{135}{128}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{135}{128}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$.

In der untern Reihe ſtehen die Quotienten, welche man findet, wenn der numeriſche Werth eines jeden Tons mit dem numeriſchen Werth des nächſtvorhergehenden dividirt wird. Dieſe zeigen, daß nicht alle Intervalle von jedem Ton zum nächſtfolgenden gleich ſind. In der ausübenden Muſik ſiehet man, wie bekannt iſt, alle dieſe Intervalle als halbe Intervalle an. Es ſind alſo weder alle ganze noch alle halbe Intervalle einander gleich: ja dieſe Ungleichheit erſtreckt ſich eben deswegen auch auf die Terzen- Quarten- Quinten- Intervalle,

valle, und ſo ferner fort. Nach dem Urtheil des geübten muſikaliſchen Gehörs giebt die Quinte mit dem Grundton nur alsdenn einen reinen zweyſtimmigen Accord, wenn ihr numeriſcher Werth $\frac{3}{2}$ iſt. Allein in der oben ſtehenden Intervallenfolge findet man das Quinteninterval a : d $= \frac{5}{3} : \frac{9}{8} = \frac{40}{27}$: alſo iſt die Quinte a gegen d zu niedrig, weil für die reine Quiut $40\frac{1}{2} : 27$ kommen müßte.

338. §.

Will man aus dem 336 §. den numeriſchen Werth $\frac{10}{9}$ für d annehmen, ſo wird a : d $= \frac{5}{3} : \frac{10}{9} = \frac{3}{2}$ eine reine Quint; nun bleibt aber fis keine reine große Terz von d, wenn nicht ſtatt $\frac{45}{32}$ der Werth $\frac{25}{18}$ genommen wird. Ferner iſt gis keine reine große Terz von e, wenn nicht dieſes gis den numeriſchen Werth $\frac{25}{16}$ erhält: damit alsdenn cis davon die reine Unterquint bleibe, muß der Werth $\frac{25}{16} \times \frac{2}{3} = \frac{25}{24}$ für cis angenommen werden. Demnach könnte auch die nachſtehende Intervallenfolge beſtehen.

1	$\frac{25}{24}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{25}{18}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{25}{16}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{15}{8}$	2
c	cs	d	ds	e	f	fs	g	gs	a	b	h	$\bar{c}$
$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$.	

Obgleich dieſe Reihe ganz anders, als die im 337. §. gefundene ausfällt; ſo kommen doch keine numeriſche Werthe für halbe Intervalle vor, die nicht im 337. §. auch ſchon vorgekommen wären.

339 §.

Die Differenzen der Intervalle muß man nach der arithmetiſchen Theorie von der Zuſammenſetzung und Theilung der Verhältniſſe beurtheilen. (M. ſ. davon den 1ſten Theil meiner Anfangsgründe der Math. Wiſſ. im XIII. Abſchn. der Rechenk. auch den 2ten Theil des Lehrbegriffes im VI. Abſchn. der Allgem. Rechenk.) Weil im 337. §. das Verhäuniß a : d

a : d $= \frac{5}{3} : \frac{9}{8} =$ 40 : 27 kleiner als 3 : 2 iſt; ſo kann man das erſte als einen Theil des letzten anſehen und den Ueberſchuß ſuchen. In ſolcher Abſicht muß man jenes in verkehrter Ordnung mit dieſem zuſammen ſetzen, welches hier als eine Subtraction des kleinern Verhältniſſes vom größern angeſehen wird, wie die nebenſtehende Rechnung zeiget.

$$\begin{array}{rcl} 3 & : & 2 \\ 27 & : & 40 \\ \hline 81 & : & 80 \end{array}$$

Das Verhältniß 81 : 80 iſt des Verhältniſſes 3 : 2 Ueberſchuß über 40 : 27, wie ſich ſogleich zeiget, wenn man beyde wieder in übereinſtimmiger Ordnung zuſammen ſetzet. Das will nun ſagen:

$$\begin{array}{rcl} 40 & : & 27 \\ 81 & : & 80 \\ \hline 324\not{0} & : & 216\not{0} \\ = 3 & : & 2 \end{array}$$

die eigentliche reine Quinte zu d giebt eine Saite an, welche 81 Schwünge gegen 80 Schwingungen der Saite a macht, wenn dieſe letztere 40 Schwünge gegen 27 Schwünge der Saite d macht. Das Intervall von a zu der eben erwehnten reinen Quinte von d giebt alſo der Bruch $\frac{81}{80}$ an, wenn a als der Grundton angeſehen wird, und dies Intervall heißt bey den Tonkünſtlern das ſyntoniſche Comma. In dieſem Sinn heißt es, an der Quinte $\frac{a}{d}$ fehle das Comma $\frac{81}{80}$. Sollte a eine reine Quint von d ſeyn, und der numeriſche Werth von d bleiben, ſo müßte für a der numeriſche Werth $\frac{9}{8} \times \frac{3}{2} = \frac{27}{16}$ angenommen werden. Dieſe und ähnliche Betrachtungen, welche man bey andern Intervallen eben ſo anſtellen kann, werden von den Schriftſtellern über die Theorie der Tonkunſt gewöhnlich nicht eben recht deutlich vorgetragen, und das bisherige wird dienen, ihren Vortrag deſto beſſer zu verſtehen. Es dient zugleich als eine nähere Anleitung, wenn man Herrn Eulers Tentamen Novae Theoriae Muſicae, Petrop. 1739. leſen wollte.

Zu den Schriften über die Theorie der Muſik, die vorzüglich Beyfall erhalten haben, gehört unter andern

des Herrn Rameau Traité de l'harmonie a Paris 1722. Nach den Grundſätzen des Herrn Rameau hat Herr d'Alembert im Jahr 1752. eine kurze Einleitung in die muſikaliſche Setzkunſt geſchrieben, die Herr Marpurg ins Deutſche überſetzt hat, unter dem Titel: Hrn. d'Alemberts Syſtematiſche Einleitung in die Muſikaliſche Setzkunſt, nach den Lehrſätzen des Herrn Rameau, Leipzig 1757.

340. §.

Die im 337. §. gefundenen numeriſchen Werthe der halben Intervalle kann man nach ihrer Größe in folgende vier Claſſen ordnen:

Das größte halbe Intervall iſt $\frac{b}{a} = \frac{27}{25} = 1,08$ und es heißt das größere Limma. Hiernächſt folgt das Intervall $\frac{16}{15} = 1,0625 = \frac{cs}{c} = \frac{ds}{d} = \frac{f}{e} = \frac{g}{fs} = \frac{gs}{g} = \frac{\bar{c}}{h}$, es heißt der größere halbe Ton. Ferner findet man $\frac{135}{128} = 1,056 = \frac{d}{cs} = \frac{fs}{f}$, und man nennt dies Intervall das kleinere Limma. Endlich iſt $\frac{25}{24} = 1,04166\ldots = \frac{e}{ds} = \frac{a}{gs} = \frac{h}{b}$, und das iſt der kleinere halbe Ton. Man ziehe in dem vorhin (im 338. §.) erklärten Sinn das kleinere Limma vom größern, und den kleinern halben Ton vom größern ab, wie die nachſtehende Rechnung zeiget;

$$\begin{array}{rrcll} & \overset{9)}{} & & & \\ 1)\;\cancel{3}) & \cancel{27} & : & 25 & \\ & 128 & : & \cancel{135} & (\cancel{15}\;(5 \\ \hline & 128 & : & 125 & \end{array} \qquad \begin{array}{rrcll} & & & \overset{(3}{} & \\ & 16 & : & \cancel{15} & (5 \\ 8) & \cancel{24} & : & 25 & \\ \hline & 128 & : & 125 & \end{array}$$

ſo bleibt in beyden Fällen das Intervall 128 : 125, welches die Tonkünſtler die Dieſin nennen. Wenn man

 eben

eben ſo, den größern halben Ton vom größern Limma und den kleineren halben Ton vom kleineren Limma abzieht; ſo bleibt in beyden Fällen das im vorigen §. ſchon vorgekommene ſyntoniſche Comma, 81 : 80 zu Folge der nachſtehenden Rechnung.

```
       5)                      (5   (8
   27 : 25 (5            27) 135 : 128 (16
3) 15 : 16                3)  24 :  25 (5
   -------                   ----------
   81 : 80                    81 :  80
```

Die Dieſis übertrift das Comma; und wenn man das letzte Intervall vom erſten abzieht, wie die nebenſtehende Rechnung zeiget; ſo bleibt das von den Tonkünſtlern ſo genannte Diaſchiſma 2048 : 2025 übrig. Uebrigens muß man noch bemerken, daß der Name Comma auch ein allgemeiner Name ſey, und jedes ſehr kleine Intervall bezeichnen kann, worauf man kommt, wenn man zwey einander ſehr nahe kommende Intervalle vergleichet.

```
        (5
   128 : 125 (25
16) 80 : 81
   ---------
   768    25
   128   200
   ----  ----
  2048 : 2025
```

341. §.

Die Ungleichheit der zwölf Intervalle in der Octav bleibt in jedem Klanggeſchlechte, wenn anders der zum Grunde gelegte Hauptaccord c, e, g, c, völlig rein bleiben, und eben ſo auch alle zu dem Grundton c gehörige Conſonanzen ihre völlige Reinigkeit behalten ſollen. Daher entſteht eine Hauptſchwierigkeit, wenn ein ſo vollſtimmiges Inſtrument, wie das Clavier oder der Flügel iſt, geſtimmet werden ſoll.

Das Clavier oder der Flügel läßt ſich, wie Muſikverſtändigen bekannt iſt, nach dem Quintencirkel ſtimmen, in folgender Ordnung der Töne:

c g $\overline{d}$ d a $\overline{e}$ e h $\overline{f}$s fs cs $\overline{g}$s

gs $\overline{d}$s a$\overline{i}$s ais; e$\overline{i}$s h$\overline{i}$s his

od. b od. f od. $\overline{\overline{c}}$ od. $\overline{c}$

Der letzte Ton his ſollte nun wieder die Octave von c ſeyn: allein er fällt viel höher aus, als die reine Octav von c, wenn man alle Quinten rein geſtimmt hat. Es zeigt auch die Rechnung, daß es nicht anders kommen könne, wenn man den Tönen in dieſem Quintencirkel gleich ihre numeriſchen Werthe wie folget beyfügt.

c	1	fs	$\frac{729}{512}$
g	$\frac{3}{2}$	$\overline{c}$s	$\frac{2187}{1024}$
$\overline{d}$	$\frac{9}{4}$	$\overline{g}$s	$\frac{6561}{2048}$
d	$\frac{9}{8}$	gs	$\frac{6561}{4096}$
a	$\frac{27}{16}$	$\overline{d}$s	$\frac{19683}{8192}$
$\overline{e}$	$\frac{81}{32}$	a$\overline{i}$s	$\frac{59049}{16384}$
e	$\frac{81}{64}$	ais	$\frac{59049}{32768}$
h	$\frac{243}{128}$	e$\overline{i}$s od. $\overline{f}$	$\frac{177147}{65536}$
$\overline{f}$s	$\frac{729}{256}$	h$\overline{i}$s od. $\overline{\overline{c}}$	$\frac{531441}{131072}$
fs	$\frac{729}{512}$	his od. $\overline{c}$	$\frac{531441}{262144}$

Der für den Ton his ſo herauskommende numeriſche Werth iſt größer als 2: und wenn man anſetzt, wie hier zur Seite die Rechnung geführt iſt; ſo iſt das Verhältniß $\frac{531441}{524288}$ der Ueberſchuß des Intervalles $\frac{\text{his}}{\text{c}}$ über die reine Octav $\frac{\overline{c}}{c}$, welchen die Tonkünſtler das Comma ditonicum nennen.

$$\begin{array}{rcl} 531441 & : & 262144 \\ 1 & : & 2 \\ \hline 531441 & : & 524288 \end{array}$$

Man

Man kann ebenſo nach dem Quartencirkel fortgehen: aber alsdenn kommt das letzte his oder $\bar{c}$ um eben das ditoniſche Comma zu niedrig heraus. In dem Quintencirkel erhält e den numeriſchen Werth $\frac{81}{64}$, und bleibt keine reine große Terz von c; dieſe wäre nemlich $\frac{80}{64} = \frac{5}{4}$. Eben ſo werden auch andere Conſonanzen falſch. Dieſerwegen iſt es unumgänglich nothwendig, daß man beym Stimmen die Quinten ſowohl als auch andere Conſonanzen ein wenig ändre; nur die Octaven müſſen völlig rein bleiben, weil die allergeringſte Abweichung dem Ohr unleidlich iſt.

342. §.

Diejenige Anordnung der Intervalle auf einem Inſtrument, wobey man von der völligen Reinigkeit der conſonirenden Accorde eben darum etwas nachläſſet, um die Octaven in ihrer völligen Reinigkeit zu erhalten, heißt die Temperatur der Töne. Man ſagt der Ton ſchwebe über ſich oder unter ſich, nachdem er um etwas weniges zu hoch oder zu tief klingt. In dem Klanggeſchlechte, wo $\frac{9}{8}$ und $\frac{5}{3}$ die numeriſchen Werthe der Töne d und a ſind, ſchwebt a als Quinte von d betrachtet unter ſich. Eben die Bewandniß hat es mit der Quinte $\bar{f}$:b, weil dieſe den Werth $\frac{8}{3} : \frac{9}{5} = \frac{40}{27}$ eben ſo wie die Quinte a:d erhält. Dagegen wird $\overline{cs}$: fs $= \frac{32}{15} : \frac{45}{32} = \frac{1024}{674}$ eine um das Diaſchiſma 2048 : 2025 über ſich ſchwebende Quinte. Wäre nun auf dem Flügel die Octav von c bis $\bar{c}$ ſo geſtimmt, daß alle Intervalle richtig den im 275 §. gefundenen numeriſchen Werth hätten, alle übrige Töne aber Octavenweiſe; ſo würden nicht alle Tonarten mit einander gleichgültig ſeyn. Die Tonleiter d, e, fis, g, a, h, cis, d, wäre ſchon verſchieden von der Tonleiter c, d, e, f, g, a, h, c.

343. §.

Man kann alle Intervalle einander gleich machen, wenn man das Verhältniß 2 : 1 in zwölf gleiche Verhältniße theilt, mithin zwiſchen 2 und 1 eilf mittlere geometriſche Proportionalzahlen ſucht. Dieſe müſſen für die numeriſchen Werthe der zwiſchen c und $\bar{c}$ fallenden Töne angenommen werden und man erhält alsdenn die folgende geometriſche Progreſſion:

			oder beynahe	Länge der Saite.
1	c	1000000	1000	2000
$\sqrt[12]{2}$	cs	1059462	1059	1888
$\sqrt[12]{2^2}$	d	1122462	1122	1782
$\sqrt[12]{2^3}$	ds	1189207	1189	1682
$\sqrt[12]{2^4}$	e	1259921	1260	1587
$\sqrt[12]{2^5}$	f	1334839	1335	1498
$\sqrt[12]{2^6}$	fs	1414213	1414	1414
$\sqrt[12]{2^7}$	g	1498307	1498	1335
$\sqrt[12]{2^8}$	gs	1587400	1587	1260
$\sqrt[12]{2^9}$	a	1681792	1682	1189
$\sqrt[12]{2^{10}}$	b	1781797	1782	1122
$\sqrt[12]{2^{11}}$	h	1887748	1888	1059
2	$\bar{c}$	2000000	2000	1000

Die

Die Intervallen der Quinten fallen insgeſammt ein ſehr weniges kleiner aus als im Verhältniß 3 : 2; die Intervalle der großen Terzen aber um etwas weniges zu groß, und die Intervalle der kleinen Terzen wieder ein wenig zu klein. Die Rechnung zeiget, daß die Schwebung der großen Terzen ein wenig mehr, als die Schwebung der Quinten, und Schwebung der kleinen Terzen wieder ein wenig mehr, als die Schwebung der großen Terzen betrage. Solchergeſtalt treffen die ſtärkern Schwebungen die mindervollkommenen Conſonanzen, welches dem feinen muſikaliſchen Gehör deſto weniger Anſtoß macht. Weil übrigens alle gleichnamige Intervalle bey dieſer Temperatur einerley Schwebung erhalten, ſo nennt man ſie die gleichſchwebende Temperatur: jede andre aber ungleichſchwebend.

344. §.

Es ſcheint, daß es bey den Tonkünſtlern noch nicht völlig entſchieden ſey, ob die gleichſchwebende Temperatur vor jeder andern ungleich ſchwebenden den Vorzug behaupte; oder ob vielleicht eine oder die andere ungleichſchwebende Temperatur der gleichſchwebenden vorzuziehen ſey? Bey der gleichſchwebenden Temperatur ſind alle Tonarten gleich gut, und jede Tonleiter iſt mit der andern einerley: man kann alſo ohne Beleidigung des feinen Gehörs aus einem Ton in den andern gehen. Dagegen aber ſind andre Tonkünſtler der Meinung, daß jede Tonart ihren beſondern Character haben müſſe, und eben das mache verſchiedene Tonarten auch zu verſchiedenen Arten des Ausdrucks geſchickt. Um ein muſikaliſches Inſtrument entweder nach der gleichſchwebenden oder einer andern Temperatur, die man erwählt hat, recht richtig zu ſtimmen, dient das Monochord; ein Werkzeug, das ſonſt mit dem Tetrachord eine ähnliche Einrichtung hat, nur daß bey demſelben ſeiner Beſtimmung gemäß eine einzige Saite genüget. Unter ihr befindet ſich rechterhand ein unbeweglicher, und linker Hand ein beweglicher Steg, welchen man um die halbe

halbe Länge der Saite verſchieben kann. Soweit ſich dieſe halbe Länge erſtreckt, die gewöhnlich einen Fuß und die ganze Länge zwey Fuß ausmacht, wird unter der gehörig geſpannten Saite ein Maaßſtab eingelegt, und die Länge der Saite für alle 12 Töne der Octav darauf getragen. Die Länge der Saite, welche den Grundton angeben ſoll, muß ſich alsdenn zur Länge der Saite für jeden andern Ton verhalten, in umgekehrter Ordnung, wie der numeriſche Werth dieſes Tons zu 1 als den numeriſchen Werth des Grundtons.

Die Herren Rameau, d'Alembert, Marpurg, u. a. mehr, welche die Grundſätze des Herrn Rameau annehmen, geben der gleichſchwebenden Temperatur den Vorzug; unter den neuern hat beſonders Hr. Kirnberger eine ihm eigene ungleichſchwebende Temperatur vertheidiget. M. ſ. die Kunſt des reinen Satzes in der Muſik, Berlin 1771, und die wahren Grundſätze zum Gebrauch der Harmonie, als ein Zuſatz zur Kunſt des reinen Satzes, 1773, auch die Abhandlung über die Stimmung des Claviers. Dagegen hat man von Hrn. Marpurg einen Verſuch über die muſikaliſche Temperatur, nebſt einem Anhange über den Rameau- und Kirnbergerſchen Grundbaß. Breßlau 1776.

345. §.

Um alſo das Monochord für die gleichſchwebende Temperatur gehörig einzutheilen, dienen ſchon die nemlichen Zahlen, welche die numeriſchen Werthe der Töne angeben in umgekehrter Ordnung, wenn man für die Länge der Saite des Grundtons 2000 Theile annimmt. Es iſt nemlich 1059 : 1000 = 2000 : 1888, weil die numeriſchen Werthe in geometriſcher Progreſſion fortlaufen. Für jede andre Temperatur nimmt man am bequemſten die Länge der Saite des Grundtons = 1 an, und berechnet die Länge für die übrigen Töne in Decimaltheilen. Dies wird alsdenn dadurch bewerkſtelliget,

get, daß man den Bruch, welcher den numeriſchen Werth des Tons angiebt, wenn es ein gemeiner Bruch iſt, verkehrt ſchreibt, und ihn in Decimaltheile auflöſet. Für das im 337 §. angezeigte Klanggeſchlecht iſt die Länge der Saite c: Länge der Saite cis $= \frac{16}{15} : 1$, alſo die Länge der Saite cis $= \frac{15}{16} = 0{,}9375$. Die übrigen Zahlen enthält folgende kleine Tafel.

		Länge d. Saite.
c	1	10000
cs	$\frac{16}{15}$	9375
d	$\frac{9}{8}$	8889
ds	$\frac{6}{5}$	8333
e	$\frac{5}{4}$	8000
f	$\frac{4}{3}$	7500
fs	$\frac{45}{32}$	7111
g	$\frac{3}{2}$	6667
gs	$\frac{8}{5}$	6250
a	$\frac{5}{3}$	6000
b	$\frac{9}{5}$	5555
h	$\frac{15}{8}$	5333
c	2	5000

Herr Dan. P. Strähle hat im V Bande der Abhandlungen der Königl. Schwediſchen Acad. der Wiſſenſchaften, 226 u. f. S. ein Verfahren angegeben, wie die Eintheilung des Monochords durch eine geometriſche Conſtruction gefunden werden kann. In einer gleich darauf folgengen Abhandlung hat H. Jacob Faggot eine trigonometriſche Berechnung darüber mitgetheilet, und dieſe hat Herr Profeſſor Funk in Leipzig vor kurzem einer ſchärfern Prüfung unterworfen. M. ſ. deſſen Abhandlung: De Sono et Tono Lipſ. 1779.

Außerdem gehört hieher noch eine merkwürdige Abhandlung vom H. Lambert: Remarques ſur le Tempera-

perament en Muſique in den Nouveaux Memoires de l'Acad. de Pruſſe, Année 1774, pag. 55. ſqq. Es wird darin bewieſen, daß man auf folgende Art das Clavier, oder den Flügel ohne Hülfe des Monochords gleichſchwebend ſtimmen könne. Man ſteigt vom Grundton 7 reine Quinten aufwärts, und nimmt, wie gewöhnlich, die Unteroctaven zu Hülfe. Von der 7ten Quinte ſteigt man um eine reine große Terz, ſo kommt man auf die gleichſchwebend temperirte Quart des Grundtons, und man kann auf dieſe Art 6 gleichſchwebend temperirte Töne der Octave finden. Nun gehet man zum erſten Grundton zurück, ſtimmt 7 fallende reine Quinten unterwärts, und nimmt nun die Oberoctaven zu Hülfe. Von der 7ten Quinte geht man eine fallende reine große Terz weiter unterwärts: ſo hat man die gleichſchwebend temperirte Unterquart des Grundtons. Dieſe nimmt man von neuen zum Grundton an, und verfährt wie vorhin: ſo findet man die übrigen fünf gleichſchwebend temperirten Töne der Octave. M. ſ. a. a. O. pag. 65. Auch vergleiche man H. Marpurgs Verſuch über die muſikaliſche Temperatur, im XVIII. Abſch. 135. Seite.

Hieher gehört noch eine von Hrn. Cavallo in den philoſophical Transactions Vol. LXXVIII. J. 1788. S. 238 bekanntgemachte Abhandlung: Of the Temper ment of muſical Inſtruments, in which the Tones, Keys or Frets are fixed, as in the Harpſichord, Organ, Guitar &c. Viele intereſſante Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand findet man in folgender Schrift: Entdeckungen über die Theorie des Klanges von E. F. F. Chladni. Leipz. 1787. 4.

G.

346 §.

Das Werkzeug des Gehörs, das menſchliche Ohr, womit auch das Ohr der Thiere bey einigen mehr, bey andern weniger Aehnlichkeit hat,

iſt aus vielen zarten Theilen ungemein künſtlich und vielfach zuſammengeſetzt: daher gehört nicht gemeine Geſchicklichkeit des Zergliederers dazu, alle Theile ohne Verletzung von einander zu ſondern. Wenn hiernächſt auch der Zeichner alles vor ſich hat; ſo iſt wiederum nicht leicht, die Theile ſowohl einzeln, als auch in ihrer Zuſammenſetzung deutlich und völlig richtig vorzuſtellen. Hier kann eine kurze Beſchreibung der vornehmſten Theile und ihrer Verbindung unter einander genügen: mehrere Nachrichten muß man bey den Schriftſtellern ſuchen, welche dies Empfindungswerkzeug anatomiſch und phyſiologiſch beſchrieben haben, wovon unter andern folgende zu empfehlen ſind. Traité de l'Organe de l'Ouie par M. du Verney, à Paris 1683, De aure humana Tractatus, in quo integra ejus fabrica deſcribitur, Auctore Antonio Maria Valſalva, Imolenſi, Bonon. 1704. Tractatus quatuor anatomici de aure humana, Auctore Ioh. Frider. Caſſebohm, Halae 1734. Ejusd. Tractatus quintus anatomicus de aure humana, eod. 1735.

Genauere und vollſtändigere Nachrichten über die Gehörwerkzeuge, und die Erregung der Empfindung des Schalles findet man in folgenden Schriften: *Ioſ. Flena - Sleigh* diſſ. de auditu. Edimb. 1754. 8. La theorie de l'ouie, par Mr. *le Cat* à Paris. 1768. 8. *Ant. Scarpa* de ſtructura feneſtræ rotundae auris et de tympano ſecundario obſervationes anatomicae. Mutinae 1772. 8. *Dominici Cotunnii* de æquaeductibus auris humanae internae. Viennae 1774. 8. Ragionamento fiſico anatomico in

in cui ſi dimoſtra, che à raggi ſonori non entrano per la tubs Euſtachiana, per *Luigi Conventati* Venez. 177? 8. *Fridr. Meckel* diſſ. de labyrinthi auris contentis Argentorat 1774 4. Anatomicae disquiſitiones de auditu et olfactu, auctore *Ant. Scarpa* Pavia. 1789. fol. G.

347. §.

Der größte Theil des Ohrs, wenn das ganze Gehörwerkzeug dadurch verſtanden wird, liegt in demjenigen zur Hirnſchale gehörigen Knochen, welcher der **Schläfenknochen** heißt, und eben um deswillen unterſcheidet man das **äußere** vom **innern** Ohr, oder nach dem Valſalva die **äußere**, **mittlere** und **innerſte Höhle** des Ohrs. Zur äußern gehört der aus dem Schläfenknochen hervorragende jedem ſichtbare knorpelichte und elaſtiſche mit Häuten überzogene Theil, welchen wir gewöhnlich nur verſtehen, wenn wir das Ohr nennen. Die äußere Fläche AB iſt mit verſchiedenen Hervorragungen und Höhlen verſehen, den Schall aufzufangen, und in die **Muſchel** zu bringen, von dort aber weiter in den Gehörgang DE zu leiten. Dieſer fängt auf dem Boden der Muſchel unter dem knorplichten Grunde C an, ſeine Querſchnitte ſind elliptiſch, die Fläche ſeiner Oeffnung beträgt mehrentheils $5\frac{1}{3}$ Quadratlinien, und die ganze äußerſte Fläche des Ohrs iſt 50mal größer. Die Länge der Gehörgangsröhre beträgt 9 Linien, ihre Höhe 4 und ihre Breite 3 Linien; ſie ſteigt ſchlangenartig von D nach F in die Höhe, von da nach E wieder hinab, und wieder hinauf, wo ſie ſich unter dem Trommelfell GH endiget,

73. Fig.

Ihr Umfang iſt anfangs knorpelicht, da wo ſie mit der Muſchel zuſammenhängt, weiter nach dem Trommelfell hin endiget ſich dieſer Gehörgang ſelbſt im Schläfenknochen, und ihn ſchließt das Trommelfell GH in etwas geneigter Lage, ſo daß es oben einen ſtumpfen, unten aber einen ſpitzen Winkel mit der Gehörgangsröhre macht. Das Trommelfell ſchließt ringsherum am Umfange dieſes beinernen Endes des Gehörganges an, es iſt von außen ein wenig hohl vertieft, nach innen etwas erhaben, und die Krümme der Fläche deſſelben iſt mehr coniſch als ſphäriſch. Die Figur des Umfanges iſt elliptiſch, und der mittlere Durchmeſſer 3,7 Linien.

348. §.

Die mitttlere Höhle des Ohrs iſt ſelbſt im innern des Schläfenknochens befindlich, und heißt die **Paucken- oder Trommelhöhle.** Sie iſt von irregulärer Figur, einem elliptiſchen Körper ähnlich, im mittlern Durchmeſſer von 4 Linien. In derſelben hat eine kleine aus den zärteſten Knöchelchen zuſammengeſetzte Maſchine ihre Stelle, welche in der 75 Figur beſonders und mehrerer Deutlichkeit wegen vergrößert gezeichnet iſt. Dieſe kleine Knochenmaſchine beſtehet aus dreyen kleinen Knochen, dem Hammer GK, dem Amboß GL, und Stegreif LMN, wozu noch das vierte ganz ungemein kleine linſenförmige Beinchen bey L kommt, da wo der lange Schenkel GL des Amboßes mit dem Stegreif verbunden iſt, wel-

75. Fig.

welches von einigen Zergliederern nur als ein Fortſatz angeſehen, und nicht als ein eigenes Knöchelchen gezählt wird. Der Hammer GK und der lange Schenkel GL vom Amboß hängen bey G wie die Arme eines Winkelhebels unter ſich feſt zuſammen, ſind aber beyde zugleich um G beweglich. Dagegen hängt der Stegreif zwar bey L mit dem äußerſten Ende vom langen Schenkel des Amboßes, aber vermittelſt des linſenförmigen Beinchens ſo zuſammen, daß jeder Theil auch für ſich allein um L beweglich iſt. In dieſer Trommelhöhle befindet ſich Luft mit der äußern atmoſphäriſchen von gleicher Federkraft, obgleich dieſe Höhle vermittelſt des Gehörganges, der mit dem Trommelfell dicht verſchloſſen iſt, in keiner Verbindung mit der äußern Luft ſtehet. Es läuft aber aus der Pauckenhöhle die Euſtachiſche Röhre HY nach der innern Höhle des Mundes zu, und vermittelſt dieſer Röhre ſtehet die Luft in der Trommelhöhle mit der Luft im Munde in Verbindung.

349. §.

Die innerſte Höhle des Ohrs heißt das Labyrinth, ſie iſt oberhalb der Pauckenhöhle, jedoch zugleich etwas nach hinten, in der härteſten Maſſe des Schläfenknochens befindlich, und von einer ganz eigenen ſehr zuſammengeſetzten Figur. Die 76ſte Zeichnung ſtellet dies Labyrinth wiederum vergrößert und in umgekehrter Lage ſo vor, daß 76. Fig.
man die untere Seite ſiehet. Es beſtehet aus der Schnecke O nach innen, dreyen halbcirkelförmi-

gen Röhren P, Q, R, nach außen, und dem mittlern Raum S zwiſchen jenen beyden Theilen, welcher der Vorhof heißet Dieſer hat eine ovale Oefnung T unter dem Namen des ovalen Fenſters und vermittelſt dieſer Oefnung hängt der Vorhof mit der Trommelhöhle zuſammen, worin ſich die im vorigen §. beſchriebene kleine Knochenmaſchine befindet, deren ganze Anordnung nun allererſt vollſtändig überſehen werden kann.

Der ganze Arm GK des Hammers von I bis K (75 Fig.) iſt mit dem Trommelfell feſte zuſammen gewachſen und die Spitze K der Handhabe des Hammers liegt an der Spitze in der Mitte des coniſchen Trommelfelles. Bey G hängt der aus dem Hammer und Amboß zuſammengeſetzte Winkelhebel durch zwey kleine häutige Bänder an der oberſten Wand der Pauckenhöhle. Die Lage des mit dem linſenförmigen Beinchen am Ende vom längern Schenkel des Amboßes zuſammenhängenden Stegreifs LMN iſt ſo, daß ſeine Schenkel gegen den Horizont unter einem halben rechten Winkel geneigt ſind. Die Grundfläche MN deſſelben ſchließt an das ovale Fenſter genau an, und hängt vermittelſt eines dünnen umher befindlichen Häutchens mit dem Umfange des ovalen Fenſters ſo zuſammen, daß dieſer Stegreif noch ein wenig beweglich bleibt. Der Zuſammenhang iſt jedoch an der Stelle M feſter, ſo nemlich, daß die Grundfläche des Stegreifs um M als den Ruhepunct eines Hebels beweglich bleibt, und die ge-

gen über befindliche Stelle einen kleinen Kreisbogen um M als um einen Mittelpunct beſchreiben kann.

350. §.

Zwey von den dreyen zum Labyrinth gehörigen halbcirkelförmigen Röhren haben den gemeinſchaftlichen Schenkel TP und alle zuſammen endigen ſich daher nur in fünf Oefnungen am Vorhofe. Sie ſind von verſchiedener Größe, und werden daher am beſten durch die Namen des größern, kleinern, und kleinſten halbcirkelförmigen Canals von einander unterſchieden. Die nach innen mit dem Vorhofe verbundene Schnecke iſt wiederum in der 77ſten Figur beſonders und vergrößert abgebildet. Es iſt ein ſchneckenförmiger Canal im Schläfenknochen, der um einen Kegel gewunden iſt, und drittehalb Wendungen um denſelben macht, welche von der Grundlinie v x nach der Spitze w laufen. Die Höhle dieſer Schnecke wird durch eine dünne Spiral-Scheidewand a b c d e f in zweene Räume abgeſondert, und dieſe in der 81. Figur beſonders vorgeſtellte Scheidewand beſteht aus einer Maſſe, die nicht durchgängig gleichartig, ſondern zum Theil feſter und einer knorpelichten Maſſe ähnlich iſt, zum Theil aber zärter, wie ein durchſichtiges Häutchen. Die beyden Canäle, worin der Hauptcanal der Schnecke von der Scheidewand vertheilt wird, heiſſen die Scalen der Schnecke. Eine dieſer Scalen endiget ſich mit ihrer Oefnung im Vorhofe ſeitwärts des ovalen Fenſters und heißt die Scale

76. Fig.

77. Fig.

81. Fig.

des Vorhofes: die andre Scale ſteht mit der Trommelhöhle in Verbindung, und endiget ſich daſelbſt in ein rundes Loch unter dem Namen des **runden Fenſters**, nahe bey dem ovalen Fenſter; und jenes runde Fenſter iſt mit einem dünnen Häutchen geſchloſſen.

351. §.

Der Gehörnerve iſt zwiefach abgetheilt, theils hart, theils weich, und hat im Schläfenknochen ſeinen eigenen zwiefach abgetheilten Canal. Die eine Abtheilung iſt dem härtern und weichern Theil des Gehörnerven gemeinſchaftlich, die beſondre Abtheilung aber enthält allein den härtern Theil deſſelben. Man muß alſo jenen als den **gemeinſchaftlichen Gehörnervencanal** AB, von dieſen, als dem **beſondern Gehörnervencanal** DE unterſcheiden. Der letztere DE, dem härtern Gehörnerven eigene, heißt auch der **Fallopiſche Aquäduct**. Aus dem gemeinſchaftlichen Canal tritt der härtere Gehörnerve bey F ab in den beſondern Canal, welcher nach D zu mit der Höhle der Hirnſchale in Verbindung iſt, nach E zu aber aus dem Schläfenknochen heraustritt. Nach D zu vertheilt ſich dieſer härtere Gehörnerve mit vielen Zweigen im Gehirn, nach C zu läuft unter mehrern andern ein zarter Aſt von ihm durch die Trommelhöhle unter dem Namen der **Chorde dieſer Höhle**, und indem er nach E zu aus dem Schläfenknochen heraustritt, vertheilt er ſich auch äußerlich in den Schläfen in ſehr viele Aeſte, die ſich über der einen ganzen Hälfte des Geſichts erſtrecken.

74. Fig.

Bey B, wo ſich der gemeinſchaftliche Gehör⸗nervencanal endiget, vertheilt ſich der weichere Nerve in zwey Aeſte. Einer davon tritt durch die auf den Mittelpunct der Schnecke zulaufende Krümme mit der Schnecke in Verbindung: der andre vertheilt ſich in fünf Aeſte, und erſtreckt ſich durch eben ſoviele auf den Vorhof zu laufende Krümmen bis zum Vorhof. In die Höhle deſ⸗ſelben treten die erwehnten fünf Aeſte durch eben ſoviele kleine Oefnungen hinein, woſelbſt ſie ſich in einem der zärteſten Häutchen vereinigen, wel⸗ches ſich auch durch die halbcirkelförmigen Canäle in dreyen Häutchen mit ihnen von einerley Figur ausbreitet, die **Valſalva ſchallende Zonen** (zonas ſonaras) nennt Der andre Theil des Ner⸗ven, welcher auf den Mittelpunct der Schnecke zuläuft, tritt daſelbſt in die zärteſten Fäden ver⸗theilt durch einige ungemein kleine Oefnungen in die Schnecke hinein. Hieſelbſt vertheilt ſich die⸗ſer Theil des Nerven in dem häutigen Theil der Spiralſcheidewand der Schnecke, den **Valſalva die Zone der Schnecke** nennt.

352. §.

Sonſt glaubte man die Höhle des Labyrinths ſey mit Luft erfüllet, wie die Trommelhöhle: es iſt aber nun entſchieden, daß das ganze Labyrinth mit Waſſer angefüllet ſey. Nachdem mehrere Zergliederer, namentlich die Herren **Valſalva, Vieuſſens, Caſſebohm, Morgagni**, ſchon Feuchtigkeiten im Labyrinth des Ohrs wahrge⸗

nommen hatten, fand Herr **Dominicus Cotunni** das Labyrinth ganz voll Waſſer. Seine hieher gehörige merkwürdige Schrift hat den Titel: Diſſert. de Aquaeductibus auris humanae internae. Napoli 1760. in 4. Sie iſt auch zu Wien im Jahr 1774 in 8. wieder gedruckt. Noch mehr Beſtättigung hat die Sache durch ſehr viele Beobachtungen unſers hieſigen Herrn Profeſſors **Meckel** erhalten, welche er in ſeiner Diſſertatione Antomico Phyſiologica, de Labyrinthi auris contentis, Argentor. 1777. umſtändlich erzählt: daß es alſo nunmehro weiter nicht dem geringſten Zweifel unterworfen bleibt. Herr **Meckel** hat bey der Zergliederung des Ohrs lebendiger Thiere alles eben ſo befunden.

Man ſehe auch die oben (§. 346. Anm.) angeführten Schriften des Hrn. Scarpa.

G.

353. §.

Wie nun eigentlich Schall und Klang vermittelſt aller Gehörwerkzeuge bis ins Labyrinth des Ohrs fortgepflanzt werden, darüber ſind die Meinungen bisher noch ziemlich getheilt geweſen, ob man gleich darüber einig iſt, daß das Labyrinth das eigentliche Werkzeug des Gehörs ſey. Der in der Luft erregte Schall geht in die Muſchel, von dieſer durch den Gehörgang bis ans Trommelfell, und ſetzt daſſelbe in eine zitternde Bewegung: ſo weit iſt man einig. Vormals glaubte man, die fernere Fortpflanzung geſchehe auf folgende Art.

Die

Die Luft in der Trommelhöhle, werde von dem zitternden Trommelfell ebenfalls erſchüttert, dieſe ſo zitternde Luft ſtoße ferner an das Häutchen des runden Fenſters, erſchüttere es, und mit demſelben die in der dazu gehörigen Schneckenhöhle befindliche Luft, welche nun auf den Gehörnerven wirkt, da denn zugleich die Seele den Schall empfinde. Die Empfindung aber werde deutlicher, wenn der zum Hammer gehörige Muſkel das Trommelfell ſpanne, daß es harmoniſch beben müſſe. Alsdenn werden auch vermittelſt des Muſkels am Stegreife das Häutchen am Ovalfenſter geſpannt, damit auch dieſes mit dem Stegreif ſtärker bebe, und die Luft im ganzen Labyrinth erſchüttere Dabey ſtellte man ſich die Faſern vom häutigen Theil der Spiralſcheidewand in er Schnecke, welche von der Mitte gegen den Umfang laufen, gleichſam als ſoviele geſpannte Saiten von verſchiedener Länge vor, wovon einige durch jeden Klang harmoniſch mit erſchüttert würden. Wenn nun dieſe Erſchütterungen vermittelſt des Gehörnerven bis zum Gehirn fortgepflanzt werden; ſo erkläre es ſich, wie die Verſchiedenheit der Höhe oder Tiefe des Tons von der Seele empfunden werde. M. ſ. Muſſchenbroeck Introduct. in Phil. Nat. Tom. II. Cap. 40. § 2280. 2281. pag 936. 937.

354. §.

Statt dieſer Vorſtellungsart findet die folgende jetzt mehr Beyfall. Das zitternde Trommel fell 73. und 75. Fig.

fell erſchüttert zugleich die damit feſt verwachſene Handhabe IK des Hammers, und vermittelſt deſſelben den als zweyten Hebelsarm damit verbundenen längern Arm GL des Amboßes: mithin wird nothwendig zugleich der Stegreif LMN erſchüttert, und zwar ſo, daß er ſich um M gleichſam als um ein Charnier ſchnell hin und wieder ſchwingt. Wäre nun das Labyrinth voll Luft, ſo würde dieſe ebenfalls erſchüttert werden, und das würde den Schall vermittelſt der Nerven bis zum Gehirn bringen. Weil es aber außer Zweifel geſetzt iſt, daß das Labyrinth voll Waſſer iſt; ſo muß entweder daſſelbe wie die Luft elaſtiſch ſeyn, und ſich auch nur um etwas ganz ungemein weniges zuſammendrücken laſſen, damit es die empfangenen Erſchütterungen fortpflanzen könne; oder es muß in dem Augenblick der Zuſammenpreſſung irgendwohin ausweichen können. Vermöge der Abichſchen und Zimmermannſchen Verſuche, welche die Elaſticität des Waſſers beweiſen, (124 §.) kann man ſich gar wohl die Sache auf die erſte Art vorſtellen. Indeſſen ſind auch zwey zarte mit dem Labyrinth zuſammenhängende Räumchen vorhanden, in welche das Waſſer zum Theil ausweichen kann. M. ſ. das von Herrn **Meckels** ſchon angeführte ſehr intereſſante Diſſertation De Labyrinthi auris contentis, §. XXV. ſqq. pag. 42. ſqq. Herr **Wünſch** hat der oben ſchon angeführten Diſſ. Initia novae doctrinae de natura ſoni, im Jahr 1777 eine andre folgen laſſen: De auris humanae proprietatibus

bus et vitiis quibusdam, und ſeine darin geäuſſerten Gedanken verdienen alle Aufmerkſamkeit Er glaubt, die ganze ſehr harte und elaſtiſche Maſſe des Labyrinths werde erſchüttert, und auf ſolche Art der Schall vermittelſt der Nerven weiter ins Gehirn gebracht.

Der XVIII. Abſchnitt.
Vom Licht und den Farben.

355. §.

Wenn wir glauben es zu ſehen, daß eine Sache dieſe oder jene Geſtalt habe, daß die eine Sache uns nahe, eine andre weiter von uns entfernt ſey; ſo miſcht ſich in die Empfindung allemal eine Vorſtellung, die wir nur durchs Gefühl haben erlangen können. Es iſt uns von Jugend auf gleichſam natürlich geweſen, in allen ſolchen Fällen, wo das Geſicht allein uns von der Beſchaffenheit einer Sache nicht völlig unterrichten würde, das Gefühl zu Hülfe zu nehmen: wir haben beyde Sinne beſtändig zugleich gebraucht, wenn nun ein Körper einen dieſer beyden Sinne allein rührt, ſo verbindet unſre Einbildungskraft zugleich mit jener Empfindung eben die Vorſtellung davon, die wir ſonſt durch den andern Sinn bekommen haben. Herr Cheſelden hat in den Philoſophical. Transactions Num. 402. eine merkwürdige Nachricht von einem jungen Menſchen gegeben, dem im 13ten Jahr ſeines Alters der

Staar

Staar an den Augen iſt geſtochen worden, wovon man auch im 55. Stück des Schwätzers eine Nachricht findet. Herr Robert Smith hat in ſeinem Lehrbegriff der Optik Herr Cheſeldens eigene Erzählung mitgetheilt, und man findet die dahin gehörige Stelle im 133 §. auf der 40. S. der Käſtneriſchen Ueberſetzung.

356. §.

Als er (der vom Staar befreyete junge Menſch) zuerſt ſahe, wuſte er ſo wenig von Entfernungen zu urtheilen daß er ſich einbildete, alle Sachen, die er ſähe, berührten ſeine Augen, wie das was er fühlte, ſeine Haut. Keine Sachen waren ihm ſo angenehm, als glatte und ordentliche, ob er wohl von ihrer Geſtalt nicht urtheilen, noch errathen konnte, was ihm an einer Sache gefiele. Er kannte von keiner Sache die Geſtalt, er unterſchied auch keine Sache von der andern, ſie mochte eine noch ſo verſchiedene Geſtalt und Größe haben: wenn man ihm ſagte, was das für Sachen wären, die er vorher durchs Gefühl gekannt hatte, ſo betrachtete er ſie ſehr aufmerkſam, um ſie wieder zu kennen. — — Wir glaubten, er verſtünde ſogleich, was die Gemälde vorſtellten, die wir ihm zeigten, aber wir fanden, daß wir uns geirret hatten: denn etwa zween Monate nachdem ihm der Staar war geſtochen worden, machte er plötzlich die Entdeckung, daß ſie Körper, Erhöhungen und Vertiefungen vorſtellten. Er hatte ſie bis dahin nur als buntſcheckigte

Flächen

Flächen angeſehen, und war nicht wenig erſtaunt daß ſich die Gemälde nicht anfühlten, wie ſie ausſahen, und die Theile, welche durch ihr Licht und Schatten rauch und uneben ausſahen, ſich glatt, wie die übrigen anfühlten. Er fragte, welcher von ſeinen Sinnen der Betrüger wäre, das Geſicht oder das Gefühl.

Dieſe ganze Stelle iſt aus Hr. Cheſeldens Erzählung a. a. O. entlehnt. In einem Aufſatze, den er ſelbſt hat drucken laſſen, verſichert derſelbe, er habe verſchiedenen andern zum Geſicht verholfen, die ſich nie erinnert, daß ſie je geſehen hätten, und ſie hätten alle die Art, wie ſie ſehen lernten, eben ſo wie jener junge Menſch, obwohl nicht immer ſo ſehr umſtändlich berichtet.

357. §.

Wir ſagen nicht, daß wir eine Glocke, eine muſikaliſche Saite hören, und wenn wir uns gleich zuweilen kurz ſo ausdrücken, ſo iſt doch die Meinung eigentlich, daß wir den Klang der Glocke oder der Saite hören: dagegen glauben wir, die Sonne, den Mond, einen Baum, ein Haus ſelbſt zu ſehen. Einige Körper ſind für ſich allein ſchon ſichtbar, wie die Sonne, die Feuerflamme, und dieſe nennen wir eigentlich **leuchtende Körper** andre nennen wir **dunkle Körper**, die wir für ſich allein nicht ſehen, wofern nicht ein leuchtender Körper nahe genug iſt, von dem wir glauben, daß er die dunklen erleuchte. Wir halten gewöhnlich dafür,

dies

dies **Erleuchten** beſtehe darin, daß der leuchtende Körper nach allen Seiten eine zarte Maſſe, die wir **Licht** nennen, umher ſtrahle, und einen Theil davon auf den dunklen Körper werfe, der alsdenn wiederum das empfangene Licht nach allen Seiten umher ſtrahle, wovon ein Theil unſer Auge rühre, und ſolchergeſtalt verurſache, daß wir auch den dunkeln Körper ſehen.

358. §.

Was wir in dieſem Sinn **Licht** nennen, muß freylich etwas materielles ſeyn: vielleicht aber iſt es kein wirklicher Ausfluß aus dem leuchtenden Körper, ſo wie der Schall, welcher ſich von dem ſchallenden Körper auf ähnliche Art nach allen Seiten ausbreitet, nicht eine eigene von demſelben ausfließende Maſſe iſt. Vielleicht iſt die Lichtmaſſe durch den ganzen Weltraum ausgebreitet, und wird nur durch die leuchtenden Körper ſo in Wirkſamkeit geſetzet, daß ſie unſer Auge auf ähnliche Art rühren kann, wie der Schall das Ohr rührt. Dem ſey indeſſen, wie ihm wolle, ſo kommt uns doch die Sache ſo vor, als wenn das, was wir Licht nennen, aus jedem Punct eines leuchtenden Körpers nach allen Seiten in graden Linien ausflöſſe, der Körper mag für ſich leuchtend, oder anderswoher erleuchtet ſeyn. Dasjenige Licht, welches dieſer Vorſtellung gemäß, in gradlinigter Richtung von dem ſichtbaren Punct ausgehet, heißt ein **Lichtſtrahl**, und ſo hat die Ausbreitung des Lichts alle Aehnlichkeit mit der Ausbreitung des Schalles. (324. §.)

359. §

Dieſe Aehnlichkeit findet noch ſtatt, wenn das Licht auf eine glänzend polirte Spiegelfläche fällt: Es wird davon unter eben dem Winkel zuruckgeworfen, unter welchem es anſtieß. In einem gewiſſen Sinne kann man ſagen, daß der Schall auch harte Körper, dergleichen Wände und Mauern ſind, durchdringe, und das Licht verhält ſich gegen einige feſte und flüſſige Maſſen eben ſo. Durch Glas, Waſſer, durch die unſre Erde umgebende Atmoſphäre dringt das auffallende Licht wenigſtens zum Theil durch, wenn gleich ein Theil davon zurück ſtrahlet, oder ſonſt zerſtreuet wird. Dergleichen Maſſen heiſſen **durchſichtige**; andre aber, durch welche das Licht nicht durchgehet, **undurchſichtige**. Eine **vollkommen durchſichtige** Maſſe würde diejenige ſeyn, welche alles darauf fallende Licht durchlieſſe, und gar nichts zurückſchickte. Dergleichen giebt es, ſoviel wir wiſſen, in der Natur nicht: das reinſte Glas, das klärſte Waſſer, läſſet nur einen Theil des darauf fallenden Lichts durch, ein andrer Theil gehet davon, wie von undurchſichtigen Maſſen zurück, welches ſchon daraus erhellet, weil wir ſonſt das Glas oder das Waſſer ſelbſt gar nicht, ſondern nur die hinter demſelben befindlichen Sachen ſehen würden.

360. §.

Das Licht pflanzt ſich aber nur ſo lange in grader Linie fort, als es in einer durchſichtigen

Maſſe bleibt, die durchgängig einerley Dichtigkeit hat. Wenn der Lichtſtrahl aus einer ſolchen Maſſe in die andre übergeht, ſo wird er in der Fläche, wo eine Maſſe an der andern gränzt, **gebrochen**, und um deswillen nennt man die Fläche, welche die eine durchſichtige Maſſe von der andern abſondert, die **brechende Fläche.** Eine ſolche Brechung erfolgt alſo in der Glasfläche oder der Waſſerfläche, ſowohl wenn der Strahl aus der Luft in Glas oder Waſſer fällt, als auch, wenn er umgekehrt wieder aus dem Glaſe, oder aus dem Waſſer in die Luft hinüber geht. Im Glaſe, im Waſſer, bleibt der Strahl eine grade Linie, die mit dem auffallenden Strahl einen gewiſſen Winkel macht, woraus ſich die Brechung nach ihrer Größe beurtheilen läſſet. Man hat es aber am bequemſten gefunden, die **Größe der Brechung** auf folgende Art zu meſſen.

78. Fig. An der Stelle D wo der Strahl SD auf die brechende Fläche DOCG fällt, ſtellet man ſich eine grade Linie DP auf dieſer Fläche ſenkrecht vor, und nennt ſie das **Einfallsloth**, den Winkel PDS aber, den der einfallende Strahl mit dem Einfallsloth macht, den **Neigungswinkel.** Ohne Brechung würde nun der Strahl in der graden Linie DE fortgehen: wenn aber ADCB ein Parallelepipedum aus Glaſe, oder ſonſt einer durchſichtigen Maſſe iſt; ſo wird der Strahl bey D aus der Lage DE in die Lage DF gebrochen, und ADF heißt der **gebrochene Winkel.** Von F würde der Strahl

ohne

ohne Brechung in grader Linie FM fortgehen, er wird aber hier beym Uebergange aus dem Glaſe in die Luft aus der Lage FM in die Lage FN gebrochen, QFM iſt der Neigungswinkel, QEN der gebrochene Winkel. Die dichtere Maſſe lenkt bey der Brechung den Strahl allemal dem Einfallsloth näher, und macht, daß der gebrochene Winkel kleiner wird, als der Neigungswinkel: dagegen lenkt die dünnere Maſſe bey der Brechung den Strahl von dem Perpendikel weg, und macht, daß der gebrochene Winkel größer als der Neigungswinkel ausfällt.

361. §.

Man hat es bald wahrnehmen können, daß der lothrecht auffallende Strahl ungebrochen durchgehe, ſonſt aber auch der gebrochene Winkel deſto größer ausfalle, je größer der Neigungswinkel iſt: nur war nicht gleich eine Regel bekannt, wie die Gröſſe des gebrochenen Winkels in Zahlen gefunden werden könne, wenn die Gröſſe des Neigungswinkels bekannt iſt. Man entdeckte endlich, daß bey einerley brechenden Maſſe der Sinus des Neigungswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels in einerley Verhältniß bleibe, wenn gleich der Neigungswinkel gröſſer oder kleiner werde. Man nannte dies Verhältniß das Brechungsverhältniß, und nun kam es darauf an, daß man mit allerley durchſichtigen Maſſen, beſonders aber auch mit dem Glaſe Verſuche anſtellen mußte, um für jede be-

ſonders das ihr eigene Verhältniß der Refraction zu finden. Beym Glaſe fand man, wenn der Lichtſtrahl aus der Luft einfällt, das Brechungsverhältniß ſehr nahe wie 3:2, oder noch etwas richtiger wie 31 : 30; beym Waſſer wie 4:3. Wenn der Strahl umgekehrt wieder aus dem Glaſe, oder dem Waſſer in die Luft geht, ſo iſt vermöge der Erfahrung das Brechungsverhältniß in umgekehrter Ordnung mit dem eben angezeigten einerley.

362. §.

Hier müſſen von den Geſetzen der gradlinichten Ausbreitung, der ſpiegelartigen Zurückwerfung, und der Brechung des Lichts Anwendungen gemacht werden, um die davon abhängenden Naturbegebenheiten zu erklären, ſoweit es ohne Gebrauch der tiefſinnigen Mathematik geſchehen kann. Berechnungen über die Anordnung der optiſchen Werkzeuge, wenn ſie aus Spiegeln und Gläſern beſtehen, laſſen ſich hier ohne für ein Handbuch zu weitläuftig, und den meiſten Liebhabern der Wiſſenſchaft unverſtändlich zu werden gar nicht anſtellen. So viele Belehrung wird ſich indeſſen jeder Liebhaber der Wiſſenſchaft wünſchen, als unumgänglich nothwendig iſt, wenn man einigermaßen wiſſen will, aus welchen Gründen ſich die Erſcheinungen, welche Spiegel und Gläſer dem Auge darſtellen, erklären laſſen.

Die Haupterſcheinungen des Lichts, aus welchen ſich die übrigen Phänomene deſſelben leicht herleiten

laſſen, müſſen hier zur beßern Ueberſicht des Ganzen zuſammengeſtellt werden:

1. Die gradlinigte Ausbreitung des Lichts in einerley Medio.

Man ſieht einen Körper nicht mehr, wenn die grade Linie, die man von ihm zum Auge ziehen kann, durch einen undurchſichtigen Körper unterbrochen wird. Auch ein leuchtender Körper kann einen andern nicht mehr erleuchten, wenn ſich in der graden Linie zwiſchen beyden ein undurchſichtiger Körper findet. Wir ſchließen alſo; daß ſich das Licht ſowohl von den leuchtenden als erleuchteten Körpern in geraden Linien fortpflanze, was es auch ſonſt für eine Beſchaffenheit mit der Materie des Lichtes haben mag.

Da ferner das Auge leuchtende und erleuchtende Gegenſtände von allen Seiten her ſiehet, wo nichts undurchſichtiges im Wege ſteht, ſo muß ſich auch das Licht nach allen Seiten zu von jedem Punkte des ſichtbaren Körpers ausbreiten, wie die Radii einer Kugel vom Mittelpunkte nach der Peripherie.

Solche Theile des Lichtes, die nach geraden Linien ſich hinter einander bewegen, nennt man Lichtſtralen (radii lucis). Dieſe Vorſtellung verſchaft den Vortheil, daß ſich die Unterſuchung der Geſetze des Lichts, ohne Rückſicht auf die Natur und das Weſen des Lichts, geometriſch behandeln läßt.

Wenn aber die Lichtſtrahlen von jedem ſichtbaren Punkte des leuchtenden oder erleuchteten Objects, wie die Radii einer Kugel vom Mittelpunkte nach der Peripherie, ausfahren, ſo folgt daraus, daß diejenigen Lichtſtrahlen, die von einem ſichtbaren Punkte ausfahren, und auf unſer Auge oder ſonſt auf eine Fläche fallen, einen Strahlenkegel bilden müſſen, deſſen Grundfläche unſer Auge oder die andere Fläche, und deſſen Spitze am ſtrahlenden Punkte iſt; daß ſich die Stärke der Erleuchtung, die

die auf einer gegebene Fläche durch einen ſtrahlenden Punkt bewürkt wird, umgekehrt verhalten müſſe, wie das Quadrat der Entfernung vom leuchtenden Punkte: daß von einerley ſtrahlendem Punkte bey gleicher Entfernung weniger Lichtſtrahlen auf eine Fläche fallen, wenn ſie ſchief gegen den ſtrahlenden Punkt ſteht; und daß immer um deſto weniger Strahlen auf die ſchiefe Fläche fallen, je ſchiefer der Auffallswinkel der Strahlen iſt.

Die Lichtſtrahlen, die aus dem ſtrahlenden Punkte ausfahren, entfernen ſich alſo natürlicherweiſe bey ihrem Fortgange immer weiter von einander, und heißen divergirende. Ihre Divergenz muß deſto größer ſeyn je größer der Winkel an der Spitze des Strahlenkegels wird. Sonſt werden aber auch Fälle in der Folge vorkommen, wo Lichtſtrahlen von einer Fläche nach einem Punkte hin zuſammenlaufen, und dann heißen ſie convergirende, und ihre Convergenz iſt deſto größer, je näher die Spitze des Strahlenkegels der Grundfläche zutritt.

Wenn endlich die Entfernung der Fläche, welche die divergirenden Strahlen von einem ſtrahlenden Punkte auffängt, ſo groß wird, daß der Winkel zweyer, auf die entgegengeſetzte Endpunkte der Fläche fallenden, Lichtſtrahlen, kleiner wird, als eine Secunde, ſo können wir ihn nicht mehr empfinden; Man ſieht alsdann die auffallenden Strahlen als parallel an, die nun einen Strahlencylinder zu bilden ſcheinen. So können wir die von einerley Punkt der ſichtbaren Sonnenſcheibe herkommende Strahlen als parallele betrachten, wegen der ſo weiten Entfernung der Sonne von uns.

Durch undurchſichtige Körper wird das Licht in ſeinem gradlinigten Fortgange unterbrochen, und jene können daher von einerley ſtrahlenden Punkte nicht auf allen Seiten erleuchtet werden. Dieſe Unterbrechung des Lichts iſt Schatten. Es iſt alſo

Ab=

Abweſenheit des Lichts, oder Verminderung deſſelbigen, und man ſagt alſo ſehr uneigentlich von ihm, daß er ſich bewege, fortgehe u. ſ. w. Die Dunkelheit des Schattens hängt von der geringern oder größern Menge des Lichts ab, das auf den Schatten von andern benachbarten erleuchteten Gegenſtänden fällt, und überhaupt von der Menge des aufgehaltenen Lichts. Jeder dunkle Körper hat ſo viele Schatten, als ihn leuchtende Körper erhellen. — Gerader Schatten — umgekehrter Schatten — Halbſchatten. —

2) Die Reflexion oder Zurückſtrahlung des Lichts.

Die Lichtſtrahlen nämlich, welche bey ihrem gradlinichten Fortgange durch einen Körper in ihren Fortgange aufgehalten werden, prallen wieder zurück, und werden, wie elaſtiſche Körper von harten Flächen, wieder in das Medium zurückgeſchickt, aus welchem ſie kommen. Dieß heißt die Reflexion des Lichts.

Man unterſcheidet bey dieſem Phänomen, den einfallenden Strahl (radius incidens), den zurückgeworfenen Strahl (radius reflexus), den Einfallswinkel (angulus incidentiae) oder den Winkel, welchen der einfallende Strahl mit der Ebene des zurückwerfenden Körpers macht; den Reflexionswinkel (angulus reflexionis), welchen der zurückgeworfene Strahl damit bildet; und endlich das Einfallsloth (cathetus incidentiae), oder die imaginaire gerade Linie, welche den Winkel zwiſchen dem einfallenden und zurückgeworfenen Strahle in zwey gleiche Winkel theilt.

Die Geſetze dieſer Zurückſtrahlung ſind wieder ſehr einfach, und folgende:

Die Winkel der zurückprallenden Strahlen oder der Reflexionswinkel iſt gleich dem Einfallswinkel.

Der reflectirte Strahl liegt mit dem einfallenden und dem Einfallslothe in einerley Ebene.

Jeder perpendiculär auffallende Strahl wird in ſich ſelbſt zurückgeworfen.

Am beſten laſſen ſich dieſe Geſetze im finſtern Zimmer zeigen, in welcher man einen Strahlencylinder vom Sonnenlicht durch eine Oefnung auf einen Spiegel fallen läßt.

a). Reflection des Lichtes von ebenen Flächen.

Wenn die reflectirende Fläche eben und gerade iſt, ſo folgt aus dieſen allgemeinen Reflexionsgeſetzen daß 1) parallel einfallende Strahlen nach der Reflexion parallel bleiben; 2) convergirende ihre Convergenz, und 3) divergirende ihre Divergenz eben ſo behalten, als ſie dieſelbe vor dem Einfallen hatten, oder daß ſie nicht früher oder ſpäter nach der Reflexion zuſammengehen oder auseinander fahren, als ſie ohne Reflexion gethan haben würden.

Wenn aber auch die reflectirende Fläche nicht eben, ſondern krumm iſt, ſo läßt ſich aus den obigen allgemeinen Reflexionsgeſetzen doch der Weg der reflectirten Strahlen ebenfalls beſtimmen, indem die Elemente dieſer Flächen, als aus unendlich kleinen einen Winkel einſchließenden geraden Flächen beſtehend angeſehen werden kann, und ein Lichtſtrahl nur auf einen Punkt fällt. Hier genügt es, die Reflexion nur von ſphäriſchen Flächen zu betrachten, und zwar von concaven und convexen Flächen dieſer Art.

b). Reflexion des Lichtes von concaven ſphäriſchen Flächen.

1) Der Lichtſtrahl, welcher bey dem Auffallen auf eine concave ſphäriſche Fläche durch den Mittelpunkt der Kugel geht, wovon die Fläche ein Abſchnitt iſt, wird in ſich ſelbſt zurückgewor-

worfen; denn er ſteht ja ſenkrecht auf der Fläche. 2) Parallel mit der Axe einfallende Strahlen werden nach der Reflexion convergirende. Sie durchſchneiden ſich in einem Punkte, der der Brennpunkt (focus), und deſſen Abſtand von der reflectirenden concaven Fläche die Brennweite (diſtantia focalis) heißt, die bey der concaven ſphäriſchen Fläche um die Hälfte ihres Halbmeſſers davon entfernt iſt. Eigentlich kommen nur diejenigen Strahlen nahe genug, zuſammen, die innerhalb einer Chorde von 25° darauf fallen; die entfernteren haben immer eine deſto kürzere Brennweite, und durchſchneiden bey der Reflexion die Achſe immer in einer deſto kürzeren Entfernung von der Fläche, ſo daß ſie endlich dergeſtalt reflectirt werden, daß ſie in Gedanken verlängert ſo gar hinter der Fläche die Achſe derſelben ſchneiden würden.

3). Divergirende Strahlen, die von dem Brennpunkte ausfahren, werden als parallele zurückgeworfen. 4) Divergirende Strahlen werden überhaupt als weniger divergirende, convergirende als mehr convergirende zurückgeworfen. Endlich, 5) wenn die auffallenden Strahlen aus dem Mittelpunct der Kugelfläche kommen, ſo werden ſie alle in ſich ſelbſt zurückgeworfen; denn ſie ſtehen alle ſenkrecht darauf.

c) Reflexion des Lichts von convexen ſphäriſchen Flächen.

Mit der Reflexion von dieſer Fläche verhält es ſich gerade umgekehrt, als bey der vorigen, wie die Zeichnung leicht giebt. 1) Parallel auffallende Strahlen werden nach der Reflexion divergirend. Sie werden ſo reflectirt, daß ſie in Gedanken rückwärts verlängert, ſich in einem Punkte ſchneiden, der auch um die Hälfte des Halbmeſſers der Kugelfläche hinter derſelben liegt, und als ein eingebildeter Brennpunkt angeſehen wird. 2) Convergirende Licht-

ſtrahlen, welche verlängert in dieſem imaginären Brennpunkt zuſammenkommen würden, werden als paralle zurückgeworfen; 3) überhaupt werden convergirend auffallende nach der Reflexion in ihrer Convergenz vermindert, und divergirende in ihrer Divergenz vermehrt. 4) Alle Lichtſtrahlen, welche verlängert durch den Mittepunkt der Kugel gehen, wovon die Fläche ein Abſchnitt iſt, werden in ſich ſelbſt reflectirt, weil ſie alle ſenkrecht aufſtehen.

Eine jede Fläche, welche auf der Oberfläche recht glatt und polirt iſt, keine ſichtbaren Abwechſelungen von Erhöhungen und Vertiefungen hat, und undurchſichtig iſt, reflectirt das Licht ordentlich, und heißt ein Spiegel. Jeder ſichtbare Körper reflectirt zwar das Licht, weil er ſonſt nicht ſichtbar wäre: aber weil die Theilchen auf der Oberfläche eine ſehr mannichfaltige Lage gegen einander haben, ſo reflectiren ſie das Licht nicht ohne Verwirrung. Ein vollkommener oder mathematiſcher Spiegel kann übrigens nur imaginäir ſeyn, weil jede cörperliche Maſſe, die zu Spiegeln verarbeitet wird, doch Poroſität hat, und zwar für uns keine Vertiefungen und Erhöhungen auf der Oberfläche, aber doch für die einzelnen Lichtſtrahlen haben kann.

In Abſicht der Figur ſind die Spiegel entweder ebene Spiegel (ſpecula plana) oder krumme (ſpecula curva), wovon in der Folge (§. 367). kürzlich noch das Nöthige vorkommen wird.

Die vorzüglichſte, Erſcheinung welche die Spiegel wegen der Reflexion des Lichtes liefern, iſt die Darſtellung der Bilder der Gegenſtände, wovon weiter unten ebenfalls gehandelt wird.

3) Refraction des Lichts.

Wenn Lichtſtrahlen aus einem Mittel in ein anderes von verſchiedener Dichtigkeit ſchief übergehen, ſo behal-

behalten ſie, wenn ſie die Fläche treffen, die beyde Mittel von einander ſcheidet, nicht mehr die vorige Richtunng, ſondern werden von derſelben abgelenkt. Dieſe Ablenkung von der vorigen Richtung heißt die Brechung oder Refraction der Lichtſtrahlen. Am beſten läßt ſich das Phänomen im finſtern Zimmer zeigen, wenn man in demſelben einen Strahlencylinder des Sonnenlichts durch ein gläſernes Prisma, oder durch eine Glaslinſe gehen läßt.

Die nöthigen Kunſtausdrücke hierbey ſind ſchon oben (§. 360) angeführt.

Das allgemeine Geſetz für dieſe Erſcheinungen iſt:

Wenn das Licht aus einem dünnern Mittel in ein dichteres ſchief übergeht, ſo wird es am Einfallspunkte der Fläche, die beyde Mittel von einander ſcheidet, der Perpendikellinie zugelenkt, die man auf und durch dieſen Einfallspunkt ziehen kann, oder der gebrochene Winkel iſt kleiner, als der Einfallswinkel.

Wenn aber der Lichtſtrahl aus einem dichtern Mittel ins dünnere ſchief übergeht, ſo wird er vom Perpendikul abgelenkt, oder der gebrochene Winkel iſt größer als der Einfallswinkel.

Dieſe Brechung ſteht zwar nicht im genauen Verhältniß der Dichtigkeit der durchſichtigen brechenden Mittel, wenn aber einmal das Brechungsverhältniß (§. 361.) bekannt iſt, ſo läßt ſich für jeden gegebenen Einfallswinkel der Weg, welchen der gebrochene Strahl nehmen wird, durch Zeichnung und Rechnung beſtimmen. Denn die Beobachtung hat gelehrt: **daß ein beſtändiges und unabänderliches Verhältniß zwiſchen dem Sinus des Einfallswinkel, und dem Sinus des gebrochenen Winkels für einerley Paar von durchſichtigen**

Kör-

Körpern ſtatt finde, die Größe des Einfalls⸗winkels mag beſchaffen ſeyn, wie ſie will.

Eben ſo lehrt die Erfahrung: daß der gebroche⸗ne und der einfallende Strahl mit dem Einfalls⸗lothe in einerley Ebene liegen; und endlich geht jeder Lichtſtrahl der auf die durchſichtigen Kör⸗per von verſchiedener Dichtigkeit ſenkrecht auf⸗fällt, ungebrochen durch.

Dieſe Geſetze erleichtern alles ungemein, und ma⸗chen, daß man durch Zeichnungen die von der Bre⸗chung⸗abhängenden Phänomene des Lichts erläutern kann. Hier genügt es, nur dies Brechungsverhält⸗niß zwiſchen Luft und Glas, Luft und Waſſer zu wißen, das der Hr. V. oben (§. 361) angegeben hat. Tabellen über das Brechungsverhältniß ſehr vieler anderer durchſichtiger Körper findet man in Priſtleys Geſchichte der Optik überſ. von Hr. Prof. Klügel. S. 129 f. 222. f. 364. f. f.

Aus den allgemeinen Geſetzen der Brechung laſſen ſich nun die Richtungen der Lichtſtrahlen bey dem Bre⸗chen in durchſichtigen ebenen und krummen Flächen leicht beſtimmen, und folgende Geſetze daraus her⸗leiten:

a) Brechung in ebenen Flächen.

Schief einfallende parallele Strahlen bleiben nach dem Brechen parallel; ſie mögen aus dem dünnern in das dichtere Medium, oder umge⸗kehrt gehen.

2) Divergirende Strahlen, werden beym Uebergang aus dem dünnern Medio in ein dich⸗teres in ihrer Divergenz vermindert; und beym Uebergange aus dem dichtern ins dünere in ihrer Divergenz vermehrt.

3) Convergirende Strahlen werden beym Uebergange aus dem dünnern Medio ins dich⸗

tere

tere in ihrer Convergenz vermindert; und beym Uebergange aus dem dünnern ins dichtere in ihrer Convergenz vermehrt.

Hieraus läßt ſich erklären, warum Schrift, die durch ein dickes Glas, das darauf liegt, betrachtet wird, um den dritten Theil der Dicke des Glaſes näher an der Oberfläche deſſelben zu ſeyn ſcheint; warum die Kante eines gläſernen Kubus durch denſelben betrachtet, ebenfalls faſt um den dritten Theil der Dicke des Glaſes näher zu liegen ſcheint; warum der Boden eines Gefäßes mit Waſſer höher zu liegen und hohl zu ſeyn ſcheint; warum eine Münze in einem Gefäße ſichtbar werden kann, wenn das Gefäß mit Waſſer gefüllt wird, die vorher bey einer gewiſſen Stellung des Auges nicht zu ſehen war; warum ein Stab im Waſſer gebrochen erſcheint; warum durch ein Prisma hoch liegende Gegenſtände niedrig, niedrig liegende hoch erſcheinen.

Hierher gehört auch die vervielfältigte Erſcheinung eines Gegenſtandes durch ein Rautenglas oder Polyedrum.

b). Brechung in krummen Flächen.

Auch dieſe läßt ſich aus den allgemeinen Geſetzen der Strahlenbrechungen und der Kenntniß des Refractionsverhältniſſes durch Zeichnungen oder Rechnungen leicht beſtimmen. In den Anfangsgründen der Naturlehre iſt es hinreichend, nur die Brechung des Lichts in Gläſern zu betrachten, wovon eine oder beyde Flächen eine erhabene oder hohle Kugelgeſtalt haben, und davon handelt der Hr. V. in der Folge §. 364 und 368, wo wir auch die Geſetze dieſer Brechungen kurz zuſammenfaſſen wollen.

Unter gewiſſen Umſtänden machen die in krumme Flächen gebrachten Strahlen auch Bilder von den Gegenſtänden, von welchen ſie kommen, und auch von denen wird das Nöthige unten vorkommen.

4. Ver-

4. Verſchiedene Brechbarkeit des Lichts (diverſa refrangibilitas) und 5. Beugung des Lichts (inflectio lucis) ſind zwey andere Hauptphänomene, die das Licht zeigt, wovon in der Folge gehandelt werden wird.

Dies wäre ein kurzer Abriß, nach welcher in der Phyſik die Erſcheinungen des Lichtes ſo abgehandelt werden könnten, daß unnöthige Wiederholungen vermieden würden. Unſer Hr. V. fängt indeſſen mit der Brechung zuerſt an, und trägt dann die Entſtehung der Bilder durch convexe Glaslinſen, und den Bau des Auges, das natürliche, und durch optiſche Werkzeuge modificirte Sehen vor; dann die Erſcheinungen der Bilder durch Reflexion, und hernach die Brechbarkeit des Lichts und die Entſtehung der Farben. G.

363. §.

Am häufigſten werden ſolche Gläſer zu mancherley nützlichen Werkzeugen gebraucht, welche von ihrer Figur Glaslinſen heiſſen. Es ſind Glasſcheiben, wovon man entweder nur einer Seite allein, oder allen beyden Seiten, durchs Schleifen die Krümme einer hohlen oder erhabenen ſphäriſchen Fläche gegeben hat. Hat das Glas nur an einer Seite eine ſphäriſche Fläche, ſo ſtellt es ein Kugelſegment vor; deſſen geometriſche Axe zugleich die Axe des Glaſes heißt. Dieſe muß alsdenn zugleich mitten durch die ebene Seitenfläche des Glaſes gehen, und auf ihr ſenkrecht ſeyn. Hat das Glas zwey ſphäriſche Seitenflächen, ſo müſſen die Axen dieſer beyden Kugelſegmente in einer graden Linie zuſammen fallen, und das iſt alsdenn die Axe der Linſe.

Die

Die Gläſer, welche ſo geſchliffen ſind, daß eine oder beyde Flächen eine erhabene oder hohle Kugelgeſtalt haben, heißen **Linſen** oder **Loupen**. Sie ſind von doppelter Gattung, nämlich entweder in der Mitte dicker, als nach dem Rande zu, oder in der Mitte dünner, als gegen den Rand zu. Die erſtern heißen erhabene oder convexe **Linſen**, oder **Sammlungsgläſer**, auch von beſondern Beſtimmungen, wohl **Brenngläſer**, **Vergrößerungsgläſer**; die letztern werden **Hohlgläſer**, concave **Linſen**, auch wohl **Verkleinerungsgläſer**, **Zerſtreuungsgläſer** genannt. Von jeder Gattung unterſcheidet man wieder drey Arten. Die convexen Linſen ſind nämlich entweder 1) auf einer Seite eben, und auf der andern erhaben, und dann heißen dieſe Linſen planconvexe; oder 2) ſie ſind auf beyden Seiten erhaben, oder convexconvexe oder biconvexe **Linſen**; (§. 370.) oder 3) ſie ſind auf einer Seite erhaben, auf der andern hohl, doch ſo, daß der Halbmeſſer der erhabenen Seite kleiner iſt, als der hohlen, und eine ſolche Linſe heißt ein **Meniscus** (§. 370.)

Die **Hohllinſen** ſind auch von dreyerley Art, 1) entweder iſt eine Seite eben, und die andere hohl: planconcave **Linſen**; 2) oder beyde Seiten ſind hohl: biconcave oder concavconcave **Linſen**; 3) oder eine Seite iſt hohl, die andere erhaben, doch ſo, daß der Halbmeſſer der erhabenen Seite größer iſt, als der hohlen: concavconvexe **Linſen**.

Ein Glas, das auf einer Seite hohl, auf der andern erhaben iſt, aber mit einerley Halbmeſſern, könnte zwar noch als eine ſiebende Art angeſehen werden; allein es bricht die Strahlen als ein planes Glas. Ein Uhrglas giebt davon ein Beyſpiel.

Die Größe der Linſen beſtimmt man nach den Krümmungen ihrer Convexität oder Concavität, d. h.

nach

nach der Größe des Durchmeſſers der Kugel, wovon ihre Flächen Abſchnitte ſind. Sie heißen z. B. einzollige, einfüßige u. ſ. w., wenn dieſer Diameter einen Zoll oder einen Fuß ꝛc. beträgt. G.

364. §.

82. Fig. Wenn die Axe CP einer Glaslinſe AB gegen einen für ſich leuchtenden, oder anders woher erleuchteten Körper QR gerichtet wird; ſo fällt nicht allein von dem Punkt P deſſelben, welchen die Axe des Glaſes trift, ſondern auch von jedem andern Punct Q, R, der dem Glaſe zugekehrten Fläche auf daſſelbe ein Lichtſtrahlenkegel wie APB, AQB, ARB; von allen den Strahlen, die zu einerley Kegel gehören, gehet alsdenn einer, wie PC, oder QC, mitten durchs Glas, und derſelbe heißt der vom Punkt P oder Q, kommende **Hauptſtrahl**. Dieſer Hauptſtrahl wird beym Durchgange durchs Glas nur unmerklich gebrochen: die übrigen aber kommen durch die Brechung in einem gemeinſchaftlichen Vereinigungspunkt, wie p, q, r, vorſtellen, mit dem Hauptſtrahl, zuſammenlaufen. Ein jeder dieſer Vereinigungspuncte p oder q iſt ein **Bild** von dem Punct P oder Q des Objects, wovon das in demſelben wieder vereinigte Licht herkommt, und alle zuſammen machen ein verkehrt ſtehendes **Bild des ganzen Gegenſtandes** aus, welches ſich im finſtern Zimmer ſehr deutlich darſtellen läſſet, wenn man das durchs Glas gehende Licht in der rechten Entfernung vom Glaſe mit einer weißen Fläche auffängt. Das Bild einer ſtark glänzenden Sache,

wie

wie eine Lichtflamme iſt, zeiget ſich auch im unverfinſterten Zimmer ſchon deutlich genug.

Ehe man zu der Erklärung der Bilder übergehen kann, welche von den erhabenen Glaslinſen hervorgebracht werden, muß man erſt die Art und Weiſe zeigen, wie das Licht in denſelben gebrochen wird, und welche Richtung es nach dem Durchgange durch dieſelben nimmt. Dieſe läßt ſich aus dem oben (§. 352 Anm.) angeführten allgemeinen Geſetze der Strahlenbrechung und dem bekannnten Refraktionsverhältniſſe zwiſchen Luft und Glas (§. 361) finden, und es laſſen ſich leicht folgende Sätze daraus herleiten.

1) Wenn parallele Lichtſtrahlen nahe bey der Achſe des Glaſes fallen, ſo werden ſie ſo gebrochen, daß ſie hinter der Linſe die Achſe des Glaſes ſchneiden, und alſo in einem Punkt convergiren. Dieſer Punkt heißt der Brennpunct (focus) und ſeine Entfernung vom Glaſe die Brennweite (diſtantia focalis). Man findet die Entfernung dieſer Brennweite bey den biconvexen und planconvexen Gläſern nach den im §. 366. angeführten Formeln; für den Meniscus nach §. 370. Bey einer Kugel liegt ſie um den vierten Theil ihres Durchmeſſers hinter derſelben.

Im Brennpunkte durchkreuzen ſich die convergirende Strahlen wieder, und werden divergirend.

Eigentlich kommen aber nur diejenigen parallelen Strahlen in einem Punkte zuſammen, welche der Axe des Glaſes unendlich nahe ſind; je weiter ſie von der Axe einfallen, deſto kürzer iſt der Abſtand ihres Vereinigungspunktes vom Glaſe. Die Entfernung dieſes vom erſteren Punkte heißt die Abweichung der Strahlen wegen der Geſtalt des Glaſes (aberratio ex Figura).

2) Wenn divergirende Strahlen auf eine erhabene Linſe fallen, ſo werden ſie nach dem Brechen a) weniger divergirend, wenn die Entfernung des ſtrahlenden Punktes kleiner iſt, als die Brennweite der Linſe, wie Fig. 84. §. 369. zeigt; b) parallel, wenn der leuchtende Punkt ſelbſt im Brennraume iſt; und 3) convergirend wenn die Entfernung des leuchtenden Punktes größer iſt, als die Brennweite; wie die 82 Fig. in dieſem §. zeigt.

3) Convergirende Strahlen werden nach dem Brechen durch dieſe Linſen noch mehr convergirend.

Wenn nun die von einem ſtrahlenden Punkte ausfahrende divergirde Strahlen eines Strahlenkegels nach dem Brechen in der Glaslinſe hinter derſelben wieder convergiren, und da, wo ſie ſich ſchneiden oder in ihren Vereinigungspunkte, aufgefangen werden, wie z. B. von einer weißen Wand im finſtern Zimmer, ſo ſtrahlen ſie hier wieder eben ſo zurück, als ſie auffielen, und bringen in meinem Auge, das ſie empfängt eben ſo die Empfindung und alſo auch den nämlichen Erfolg hervor, als wenn ſie vom ſtrahlenden Punkte ſelbſt kämen, und ich bin genöthiget, da einen Gegenſtand hinzuſetzen, wo die Spitze des Lichtkegels zu ſtehen kömmt, deſſen Grundfläche die Pupille meines Auges iſt. Die Strahlenkegel jedes Punktes des leuchtenden Objects machen nun nach den Brechen jeder einen convergirenden Lichtkegel, deren einzelne Wiedervereinigungspunkte deſto näher bey einander liegen, je größer die Convergenz der Strahlen nach dem Brechen war, und dieſe iſt deſto größer, je geringer die Divergenz der auffallenden Strahlen war, oder je weiter das Object vom Glaſe wegrückt. So entſteht alsdenn eine Abbildung des ganzen Gegenſtandes, die aber verkehrt liegen muß, wie man leicht nach dem vom H. V.

in folgenden §. angeführten Zeichnung einſehen kann. Dieſer, wie man ſieht, nur wegen der Gleichheit der Empfindung von unſrer Vorſtellungskraft erſchaffne Gegenſtand, heißt das Bild des Objekts (imago objecti), deſſen Größe und Entfernung vom Glaſe bey einer und eben derſelbigen Linſe von der Entfernung des Objects von derſelben abhängt, und nach der im 367 §. vorgetragenen Formel gefunden wird, wie auch der folgende §. ſchon zeigt.

G.

365. §.

Die Entfernung Cp des Bildes vom Glaſe richtet ſich, wie man leicht ſiehet, nach der Entfernung CP des Gegenſtandes vom Glaſe. Je weiter das Object vom Glaſe wegrückt, deſto näher rückt das Bild dem Glaſe. Zugleich nähern ſich die aus einerley Punkt, wie P oder Q, auf das Glas fallenden Strahlen PA, PB, oder QA, QB, der parallelen Lage immer mehr, und ſie würden zuletzt wirklich parallel werden, wenn das Object unendlich weit wegrückte. Zugleich wäre nun die Entfernung des Bildes vom Glaſe am kleinſten geworden. Die Sonne iſt ſehr weit von der Erde entfernt, daß wenn man mit dem Glaſe das Sonnenlicht auffängt, die von einerley Punct der Sonne herkommenden Strahlen gar nicht merklich von der parallelen Lage abweichen. Daher zeigt ſich hinter dem Glaſe, wenn man das durchfallende Sonnenlicht auffängt, ein kreisrundes Bild von der Sonne, ſo nahe beym Glaſe, das kein Bild eines andern Objects demſelben näher liegen kann. Das in dieſem Sonnenbilde ver-

einigte Licht hat die Eigenſchaft, daß es verbrennliche Sachen entzündet, daher heißt der Raum, den das Bild einnimmt, der **Brennraum**, und die Entfernung deſſelben vom Glaſe die **Brennweite** des Glaſes.

366. §.

Wenn D der zur Vorderfläche AFB, und E der zur hintern Fläche AGB des Glaſes gehörige Mittelpunct iſt, mithin DF, und EG, die Halbmeſſer der Kugeln ſind, wozu die vordere und hintere ſphäriſche Fläche des Glaſes als Segmente gehören; ſo wird die Brennweite des Glaſes gefunden, wenn man die Länge des einen Halbmeſſers mit der Länge des andern multiplicirt, und das Product mit der halben Summe dieſer Halbmeſſer dividirt. Weis man die eigentliche Länge der beyden Halbmeſſer von den ſphäriſchen Flächen des Glaſes nicht, ſo kann man auch die Brennweite meſſen, indem man das Sonnenlicht durchfallen läßt. In dem Fall, wenn die ſphäriſchen Flächen gleiche Halbmeſſer haben, iſt die Brennweite des Glaſes ebenfalls dem gemeinſchaftlichen Halbmeſſer der beyden Flächen des Glaſes gleich: und wenn nur eine Fläche ſphäriſch, die andere aber eben iſt; ſo iſt die Brennweite des Glaſes ſo groß, als der Durchmeſſer der Kugel, wozu die ſphäriſche Fläche als ein Segment gehört.

Practiſch (obgleich nicht mit aller Schärfe) kann man die Brennweite der convexen Linſen auch auf folgende Art finden: Man halte die Linſe in einem Zimmer gegen eine weiße Wand, die mit den Fenſtern parallel

iſt

iſt und weit davonabſteht, und nähere oder entferne ſie ſo lange von der Wand, bis ſich die Fenſter am deutlichſten darauf abbilden; dann iſt die Entfernung der Linſe von der Wand ziemlich genau die Brennweite der Linſe; 2) genauer findet man dieſe, wenn man parallele Strahlen, wie die der Sonne ſind, auf die Linſe fallen läßt, und die darin gebrochenen nach ihrem Durchgange mit einer andern parallel darunter gehaltenen Fläche auffängt, und die Linſe ſo lange gegen dieſe bewegt, bis der Punkt am hellleuchtenſten und kleinſten wird; ſeine Entfernung von der Linſe iſt die Brennweite. 3) Am beſten aber findet man dieſe im finſtern Zimmer, in welches man durch die Linſe Sonnenlicht hineinfallen läßt; die Entfernung der Spitze des ſich hier bildenden Strahlenkegels von der Linſe iſt die Brennweite.

G.

367. §.

Wenn die Brennweite des Glaſes bekannt 82. Fig.
iſt, ſo kann man auch die Entfernung CP des Bildes einer jeden Sache die ihr Licht aufs Glas wirft, vom Glaſe finden, wenn nur die Entfernung CP der Sache ſelbſt vom Glaſe bekannt iſt. **Man multiplicire die Brennweite des Glaſes mit der Entfernung des Objects vom Glaſe, und dividire was herauskommt mit der Differenz der Entfernung des Objects von der Brennweite des Glaſes; ſo giebt der Quotient die Entfernung des Bildes.** Von dieſer Entfernung des Bildes vom Glaſe hängt auch die Größe deſſelben ab, und es **verhält ſich die Entfernung des Objects CP, zur Entfernung des Bildes Cp, wie der Halbmeſſer des Objects PQ zum Halbmeſſer des Bildes pq.**

Je näher das Object dem Glaſe kommt, deſto weiter rückt das Bild vom Glaſe weg, und wird zugleich deſto größer. Wenn des Objects Entfernung vom Glaſe grade ſo groß iſt, als des Glaſes Brennweite; ſo iſt hinter dem Glaſe gar kein Bild mehr vorhanden, die von einerley Punct des Objects aufs Glas fallende Strahlen kommen nach der Brechung im Glaſe in die parallele Lage, und laufen gar nicht mehr in einerley Puntt zuſammen.

Aus der Brechung der verſchiedenen Arten der Strahlen, nämlich der divergirenden oder parallelen, die von den Punkten der näheren oder unendlich weiten Gegenſtände ausfahrend auf die Linſe fallen; und dann aus dem Satze, daß wir das Bild eines Punktes dahin ſetzen, wohin die Spitze des Lichtkegels zu ſtehen kömmt, deſſen Grundfläche die Pupille unſers Auges iſt, läßt ſich beſtimmen, wie dieſe erhabene Linſen Bilder in verſchiedenen Entfernungen machen können. Folgende Sätze fließen aus dem Vorhergehenden: 1) Wenn die von dem Gegenſtande ausfahrenden und auf die Linſe fallenden Strahlen, wegen der weiten Entfernung des Gegenſtandes, als parallel anzuſehen ſind, ſo iſt der Brennpunkt das Bild des Gegenſtandes, wie es nach §. 365. bey der Sonne der Fall iſt. 2) Kein Bild kann dem Glaſe näher liegen, als der Brennpunkt weil von den ſichtbaren Punkten der Gegenſtände dieſe nur divergirende, höhſtens wegen der weiten Entfernung nur als parallel anzuſehende, nie convergirende Lichtſtralen ausfahren können, und jene nie früher zu einem Punkte wieder vereinigt werden können, als in der Brennweite. 3) Wenn der Gegenſtand im Brennpunkt ſich befindet, ſo macht er gar kein Bild, oder ein unendlich großes Bild in einer unendlichen

Ent-

Entfernung; weil parallele Strahlen, die jetzt nach dem Brechen entſtehen, ſich nicht oder in einer unendlichen Entfernung ſchneiden oder wieder vereinigen. 4) Wenn die Strahlen von einem Objecte kommen, das weiter vom Glaſe entfernt liegt, als der Brennpunkt, aber nicht ſo weit, daß die divergirenden, zu den einzelnen Lichtkegeln gehörigen Strahlen faſt als parallel angeſehen werden können; ſo vereinigen ſich die Strahlen eines jeden Punktes des Objectes wieder hinter der Linſe, wie nach §. 364, und machen ein Bild des ganzen Gegenſtandes, das aber verkehrt liegt, und weiter vom Glaſe entfernt ſeyn muß, als die Brennweite deſſelben beträgt. 5) Wenn in dieſem Falle an dem Orte des Bildes der Gegenſtand wäre, ſo würde das Bild deſſelben da zu ſtehen kommen, wo der Ort des Gegenſtandes ſelbſt war; je näher überhaupt das Object dem Glaſe kömmt, deſto weiter rückt das Bild vom Glaſe weg, und wird deſto größer, bis es endlich ganz verſchwindet, wenn das Object in den Brennpunkt des Glaſes kömmt. 6) Wenn endlich der Gegenſtand näher nach dem Glaſe liegt, als der Brennpunkt, wie im §. 369 angezeigt iſt, ſo kann gar kein phyſiſches Bild entſtehen, da die Strahlen nicht zuſammenfahren, ſondern divergend bleiben, (§. 364. Anm. No. 2. a.)

Die ſogenannte finſtre Kammer des Baptiſta Porta (camera obſcura) kann nicht nur ſehr viele vorher vorgetragene Sätze erklären, ſondern auch die Entſtehung der Bilder im Auge deutlich machen, und daher iſt es billig, in einem phyſiſchen Lehrbuche etwas von ihr zu erwähnen. Sie iſt entweder optiſch oder dioptriſch. Bey jener fällt das Licht von den außer dem Zimmer befindlichen erhellten Gegenſtänden durch eine kleine runde Oefnung in dieſelbe; bey dieſer aber wird eine erhabene Glaslinſe von einer mäßigen Brennweite in dieſe Oefnung geſetzt. Eine weiße Wand, die im finſtern Zimmer parallel mit der Oefnung geſetzt wird, bildet nun die Gegenſtände außer dem Zimmer, die

aber gehörig erleuchtet ſeyn müſſen, umgekehrt, aber mit den natürlichen Farben, ab. Bey der optiſchen finſtern Kammer wird das Bild deſto größer, je weiter man die Wand von der Oefnung entfernt, und umgekehrt; bey der dioptriſchen iſt dieß auch der Fall; das Bild wird am deutlichſten und deutlicher, als in der optiſchen überhaupt, wenn die Wand gehörig davon entfernt iſt. Die optiſche finſtere Kammer wird daraus begreiflich, daß, weil das Loch klein iſt, und faſt für einen Punkt angenommen werden kann, von jeden Punkte des davorſtehenden erhellten Gegenſtandes ein Lichtſtrahl auf einem eigenen Punkt der Wand fällt, auf welchen aber kein Lichtſtrahl von einem andern Punkte des Gegenſtandes fallen kann, wie bey einer großen Oefnung geſchiehet. Da nun jeder Punkt, welcher Licht empfängt, vermöge der Erfahrung wieder Licht zurückſendet; ſo wird ein Auge, das die Wand betrachtet, von jedem Punkte der Wand Licht bekommen, das dieſer Punkt von einem Punkte des Gegenſtandes bekam. Es wird alſo einerley Empfindungen haben; und da bey der Zurückſtrahlung des Lichts von der Wand ins Auge das farbigte Licht unverändert bleibt, ſo muß man auch das Bild mit den natürlichen Farben des Körpers ſehen, Da ferner die Lichtſtrahlen, die vom Gegenſtande nach der Oefnung des Zimmers zufahren, ſich in derſelben durchkreutzen, ſo muß das Bild verkehrt auf der Wand ſtehen, und da die Strahlen gegeneinander divergirend ſind, ſo müſſen die Bilder der einzelnen Punkte auf der Wand deſto weiter von einander abſtehen und alſo muß das ganze Bild deſto größer, aber auch deſto undeutlicher werden, je weiter die Wand von der Oefnung abgerückt wird. Eigentlich aber fährt von jedem Punkte des Gegenſtandes, der vor der Oefnung ſteht, nicht ein einzelner Lichtſtrahl, ſondern ein Strahlenkegel aus, deſſen Grundfläche die Oefnung, oder wenn man lieber will, deſſen Grundfläche auf der auffangenden Wand im Zimmer iſt.

Weil

Weil aber auf dieſer die Durchſchnittskreiſe der Lichtkegel ſich zwar zum Theil aber nicht ganz decken, ſo machen ſie alle zuſammen ein Bild des ganzen Gegenſtandes, das aber doch in ſeinen einzelnen Theilen nie recht deutlich und begränzt iſt. Daher ſind die Bilder in der camera obſcura dioptrica deutlicher, weil die von jedem Punkte des Gegenſtandes vor dem Zimmer ausfahrende divergirende Strahlen durch das Brechen in der Linſe zu convergirenden werden, und alſo jeder Lichtkegel ein deutliches, und nicht mit dem andern zuſammenfließendes oder davon zum Theil bedecktes Bild macht, wenn man nach der Regel des vorſtehenden §. die Wand von der Linſe gerade ſo weit entfernt hat, daß die Spitzen des convergirenden Strahlenkegel auf die Wand zu ſtehen kommen. Je kleiner die Brennweite der Linſe iſt, deſto näher fallen, bey übrigens gleicher Entfernung des Objects, die Spitzen des Strahlenkegel neben einander, und deſto kleiner wird alſo das ganze Bild, und umgekehrt.

Sonſt iſt bey den finſtern Zimmer nöthig, daß kein fremdes Licht von anders woher in daſſelbe falle; daß deßwegen auch die Oefnung nicht zu groß ſey, daß durch dieſe Oefnung nicht die Sonne ſelbſt hineinſcheine, deren Erhellung ſonſt die Empfindung des Bildes auf der Wand verwiſcht, und endlich, daß die Gegenſtände, die ſich abbilden ſollen, ſtark genug erhellt ſind.

Die unter dem Namen der hellen Kammer (camera clara) vom ſeel. Hrn. Rheinthaler in Leipzig verfertigte und jetzt ziemlich bekannte optiſche Vorrichtung iſt doch im Grunde nicht vielmehr, als eine camera obſcura portatilis und kann eine camera obſcura catoptrico - dioptrica genannt werden, dergleichen auch ſchon Muſſchenbroeck (introd. ad philoſoph. natural. T. II. edit, Lugd. § 2033. Tab. L. Fig. 16) beſchrieben und abgebildet hat.

G.

368. §.

83. Fig. Wenn das Glas an beyden Seiten hohl, oder auch nur an der einen Seite hohl, und an der andern eben iſt; ſo laufen die zu einerley Punct P oder Q gehörigen Strahlen nach der Brechung im Glaſe nicht hinter demſelben in einerley Vereinigungspunct zuſammen: ſie fahren hinter dem Glaſe auseinander, jedoch in einer ſolchen Lage, daß ſie rückwärts verlängert **vor dem Glaſe** in einerley Vereinigungspunct p oder q zuſammenlaufen. Ein jeder dieſer Vereinigungspuncte wird auch als ein Bild des Puncts angeſehen, woher die Strahlen vor der Brechung kommen: es iſt aber nur ein **geometriſches** kein **phyſiſches Bild.** Alle dieſe Puncte zuſammen machen auch nun ein aufrecht ſtehendes **geometriſches Bild des Objects** aus. Man nennt um deswillen ein Glas dieſer Art ein **Zerſtreuungsglas**, und unterſcheidet es vom **Sammlungsglaſe** welches im vorigen §. iſt beſchrieben worden. Jenes behält mit dieſem ſonſt einerley Eigenſchaften, nur liegt der Brennraum des Zerſtreuungsglaſes, ſo wie jedes andre Bild des Objects vor dem Glaſe, und auch der **Brennpunkt** iſt nicht **phyſiſch** ſondern **geometriſch.**

Hohlgläſer (§. 363. Anmerk.), zerſtreuen die Strahlen, welche von den erhabenen Gläſern geſammelt werden; und aus den allgemeinen Geſetzen der Strahlenbrechung und dem Refractionsverhältniſſe zwiſchen Luft und Glas laſſen ſich für die Brechung des Lichts in dieſen Gläſern folgende Sätze beſtimmen:

1) Parallel mit der Axe darauf fallende Strahlen werden nach dem Brechen divergirende, und haben eine Richtung, als wenn ſie aus einem Punkte kämen, der auf der andern Seite des Glaſes liegt, und der Zerſtreuungspunkt, oder der imaginaire oder der geometriſche Brennpunkt heißt.

2) Divergirende Strahlen werden nach dem Brechen noch mehr divergirend.

3) Convergirende Lichtſtrahlen werden entweder weniger convergirend, oder parallel, oder gar divergirend, je nachdem ihr eingebildeter Vereinigungspunkt, gegen den ſie gerichtet ſind, zwiſchen dem Zerſtreungspunkte, und dem Glaſe liegt, oder mit demſelben zuſammenfällt, oder weiter entfernt iſt, als die imaginäre Brennweite dieſes geometriſchen Brennraums beträgt.

Da die von jedem Punkte des ſichtbaren Gegenſtandes ausfahrende divergirende Strahlen in den Hohlglaſe noch mehr zerſtreuet werden, alſo nicht zuſammenfahren, ſo können ſie auch kein Bild des Punktes machen. Wie ſie aber ein geometriſches oder imaginaires Bild machen, lehrt der vorſtehende §.

G.

369. §.

Jedes Sammlungsglas AB nimmt die Natur eines Zerſtreuungsglaſes an, **wenn die Entfernung CP des Objects von demſelben kleiner als des Glaſes Brennweite iſt.** Die zu jedem auffallenden Lichtkegel APB, AQB gehörige Strahlen fahren nach der Brechung im Glaſe auseinander, ſie laufen rückwärts verlängert in Vereinigungspuncten p, q, vor dem Glaſe zuſammen und machen ein geometriſches Bild pq vor 84. Fig.

dem

dem Glaſe, das von demſelben weiter als das Object PQ ſelbſt entfernt iſt. Die Entfernung des Bildes vom Glaſe wird übrigens auch in dieſem Fall nach der im 367 §. gegebenen Regel gefunden, und das Bild iſt größer als das Object, weil die Entfernung des Bildes größer als die Entfernung des Objects iſt. In dieſem Stück unterſcheidet ſich allemal das Sammlungsglas vom hohlen Zerſtreungsglaſe denn bey dieſem iſt die Entfernung des Bildes vom Glaſe kleiner als die Entfernung des Objects, mithin auch des Bildes halber oder ganzer Durchmeſſer kleiner als der halbe oder ganze Durchmeſſer des Objects. Man muß nemlich um die Entfernung des Bildes vom Zerſtreuungsglaſe zu finden, nachdem man die Entfernung des Objects mit der Brennweite multiplicirt hat, das Product mit der Summe der Entfernungen des Objects und der Brennweite dividiren.

370. §.

Man ſchleift auch Gläſer dieſer Art an einer Seite erhaben und an der andern hohl. Wenn alsdenn die erhabene Fläche ſtärker als die hohle
79. Fig. gekrümmt iſt, und das Glas die in der 79 Zeichnung im Durchſchnitt abgebildete Geſtalt hat; ſo heißt es ein **Meniſcus.** Daſſelbe hat völlig die Natur des Sammlungsglaſes, nur muß man um die Brennweite nach der Regel des 366. §. zu finden, das **Product beyder Halbmeſſer mit ihrer halben Differenz dividiren.** Wenn dagegen die Hohlfläche ſtärker als die erhabeue gekrümmt

krümmt iſt, und das Glas im Durchſchnitt die Figur hat, welche die 80 Zeichnung vorſtellt; ſo heißt es eine **concavconvexe Linſe**, und hat alsdenn die Natur eines Zerſtreuungsglaſes. Die Brennweite wird nach eben der Regel wie für den Meniſkus gefunden, nur iſt der Brennraum der concavconvexen Linſe, und jedes andre Bild oder vielmehr Vereinigunsraum der Strahlen nach der Brechung im Glaſe, wie bey andern im 368. §. betrachteten Zerſtreuungsgläſern, nicht **phyſiſch** ſondern **geometriſch**. 80. Fig.

Siehe die Anmerkung des §. 363. G.

371. §.

Unſer Urtheil von der Geſtalt, Größe und Klarheit der ſichtbaren Gegenſtände, von ihrer Lage und Bewegung gegen einander, hängt von der Empfindung ab, die vermittelſt des Lichts, wenn es unſer Auge rührt, zuwege gebracht wird: alſo kann man die Gründe von den Erſcheinungen welche Gläſer und Spiegel darſtellen, nicht wohl kennen lernen, wenn man nicht vom Bau des Auges einige Kenntniß hat, und es weiß, was im Auge vorgeht, wenn wir ſehen. Die Geſtalt des ganzen Augapfels OSMT kommt der Kugelgeſtalt ſehr nahe, und in der Höhlung, wo er unter der Stirn ſeine Stelle hat, iſt derſelbe nach allen Seiten beweglich. Er iſt mit dreyen Häuten umgeben, die gleichſam ſein Gehäuſe ausmachen. Die äußerſte dieſer Häute umgiebt den ganzen Augapfel, ſie iſt hart und elaſtiſch, und heißt 85. Fig.

heißt die harte Haut (ſclerotica); je näher ſie dem Vordertheil des Auges kommt, deſto dünner und beugſamer wird ſie, ihr vorderer Theil EOF iſt durchſichtig, und heißt deswegen die Hornhaut (cornea). Eben dieſe Hornhaut iſt ein Segment einer Kugel, deren Halbmeſſer etwas kleiner iſt, als der zum übrigen Theil des Augapfels ESMTF gehörige Halbmeſſer: deswegen iſt ſie etwas mehr erhaben, als das Auge an dieſer Stelle ſeyn würde, wenn es nur eine einzige völlige Kugel wäre. Beyde Kugelſtücke haben eine gemeinſchaftliche Axe Op, die zugleich die Axe des ganzen Auges abgiebt. Hinten am Augapfel, nahe bey der Stelle p, wo die Axe des Auges die harte Haut trift, iſt in derſelben eine kleine Oefnung MN, und daſelbſt hängt der Geſichtsnerve mit den beyden innern Häuten des Auges zuſammen.

372. §.

Von dieſen innern Häuten, die ſehr weich und zart ſind, heißt diejenige, welche zunächſt an der harten Haut anliegt, die Aderhaut: (choroides) einige nennen ſie die garnförmige oder färbige Haut. Sie ſchließt allenthalben an der innern Fläche der harten Haut an, ſo lange dieſe den Namen führt, bis gegen E und F zu. Wo dieſe anfängt, die Hornhaut zu heißen, daſelbſt verläßt jene den Umfang des Augapfels, wendet ſich gegen B und D zu nach dem innern des Auges, und wird daſelbſt zu einer ringförmigen Einfaſſung einer linſenförmigen durchſichtigen Maſſe,

ſe, ABCD, die von ihrer Durchſichtigkeit den Namen der **Kryſtallinſe** erhalten hat. Dieſe Maſſe iſt jedoch mehr weich als hart, einem Gallert, oder dem weißen eines hart geſottenen Eyes ähnlich. Sie bricht das Licht etwas ſtärker als Glas, und hat übrigens wegen ihrer Geſtalt in Abſicht auf die Strahlenbrechung eben die Wirkung, wie eine Glaslinſe. Ihre Lage im Auge iſt ſo, daß ihre Axe mit der Axe des Auges ſelbſt zuſammen fällt, und ihre ringförmige Einfaſſung KDBL heißt das corpus ciliare, orbiculus ciliaris, ligamentum ciliare. Dies Ligament hängt mit einer aus der zärteſten ſehr durchſichtigen Haut beſtehenden Capſel zuſammen, worin die Linſe liegt. Die Haut ſelbſt heißt aranea, weil ſie ſo fein iſt, als ein Spinngewebe. In dieſer Haut liegt nach des H. **Petit** Meinung die Linſe ganz frey, ohne daß ſie mit ihr vermittelſt zarter Gefäßchen zuſammen gewachſen wäre; wiewohl Herr **Albin** das Gegentheil gefunden hat.

373. §.

Der innere Raum des Augapfels wird alſo durch die Linſe mit ihrer ringförmigen Einfaſſung in zwey Stücke von ungleicher Größe getheilt, wovon das kleinere vor der Linſe zwichen ihr und der Hornhaut, das größere aber zwiſchen der Linſe mit ihrer Einfaſſung, und der harten Haut eingeſchloſſen iſt. Der kleinere Raum DEOFB zwiſchen der Linſe und Hornhaut iſt mit der ſo genannten **wäſſerigen Feuchtigkeit** angefüllet, die

deswegen ſo heißt, weil ſie das Licht eben ſo, wie gemeines Waſſer bricht: ſie iſt ſehr durchſichtig, vom Geſchmack ein wenig ſalzig, und hat keinen Geruch. Der Raum hinter der Linſe KSMTL iſt gleichfalls mit einer ſehr durchſichtigen Feuchtigkeit angefüllet, die in einem eigenen Häutchen eingeſchloſſen, und mit ſehr vielen zarten Gefäßchen durchwebt iſt, die ſie einem Gallert ähnlich machen. Sie heißt die **glasartige Feuchtigkeit**, obgleich die flüſſige Maſſe ſelbſt, welche die zarten Gefäßchen anfüllet, der wäſſerigen Feuchtigkeit in allem ähnlich, und mit ihr von einerley Dichtigkeit iſt, auch die Lichtſtrahlen eben ſo, wie gemeines Waſſer bricht. Hieſelbſt iſt auch noch die innerſte Haut merkwürdig, welche unter dem Namen der **Netzhaut** an die innere Fläche der Aderhaut allenthalben anſchließt. Auch dieſe Haut iſt ſehr zart, ſie fängt bey dem Geſichtsnerven an, und iſt vielleicht ſelbſt ein Theil des Geſichtsnerven, der bey M anfängt, ſich nach allen Seiten an der innern Fläche des Auges unter dem Namen der Netzhaut auszubreitet Dieſes Häutchen endiget ſich da, wo die Kryſtallinſe in ihrer Einfaſſung hängt.

374. §.

85. Fig. Der Raum vor der Linſe, welchen die wäſſerige Feuchtigkeit ausfüllet, wird durch ein beſonders Häutchen EGHF in zwey ſo genannte Kammern getheilt. Daſſelbe iſt zwiſchen den beyden Theilen des Auges welche von der Hornhaut vorwärts, und von der härten Haut hinterwärts eingeſ-

geſchloſſen ſind, beynahe völlig wie eine ebene Fläche ausgeſpannt, als wenn es die gemeinſchaftliche Grundfläche der beyden Kugelſegmente wäre, welche die Hornhaut und die harte Haut jede für ſich bilden. Es heißt die **Traubenhaut**, oder der **Regenbogen** (uvea, iris.) Nach der Beſchreibung einiger Zergliederer iſt der Regenbogen gegen die Hornhaut zu ein wenig erhaben gebogen, uud kehrt die hohle Seite der Linſe zu. Für ſich iſt er nicht durchſichtig, faſt in der Mitte aber hat er eine kreisrunde Oefnung, die der **Stern** im Auge heißt, durch welche das Licht, was durch die Hornhaut in die wäſſerige Feuchtigkeit gedrungen iſt, bis zur Kryſtallinſe hindurch gehen kann. Eben dieſer Regenbogen iſt mit der merkwürdigen Eigenſchaft verſehen, daß ſich der Stern in der Mitte deſſelben, wenn ſehr ſtarkes Licht ins Auge fällt, enger zuſammen zieht, und hingegen bey ſchwachem einfallenden Licht weiter und größer wird, ohne ſeine kreisförmige Geſtalt zu ändern. Wegen der Durchſichtigkeit der Hornhaut, und der darunter befindlichen wäſſerigen Feuchtigkeit, iſt der Regenbogen von außen ſichtbar, und giebt wegen ſeiner mannigfaltigen Farben dem Auge ſeine äußere Schönheit.

In Anſehung der Beſchreibung der zum deutlichen Sehen erforderlichen Theile des Auges verweiſe ich auf folgende Schriften: *Deſcriptio anatomica oculi humani, auctore Io. Gottfr. Zinn. Gœtting. 1755. 1784. 4. v. Haller elementa phyſiologiæ. T. V. L. 16. A treatiſe on the eye and the manner and phenomena of viſion by Will. Porterfield. Edimb. 1759. Vol. I. II. gr. 4.;*

Mémoires et obſervations anatomiques phyſiologiques et phyſiques ſur l'oeil, par Mr. Ianin. Lyon. 1772. 8. überſezt Berlin 1776. Lieutauds Zergliederungskunſt, mit Portals Anmerkung, a. d. Franz. mit Zuſätzen. Leipz. 1781. 8. B. II. Cap. 5. Abſchn. 2.; Gehlers phyſikal. Wörterbuch Th. I. Artikel. Auge. G.

375. §.

Das Licht, welches durch den Stern auf die Kryſtallinſe fällt, wird eben ſo gebrochen, wie es den im 364ſten und den folg. §. §. erklärten Geſetzen gemäß in einer Glaslinſe gebrochen wird. Es leidet ſchon einige Brechung gleich anfangs bey O, wenn es durch die Hornhaut in die wäſſerige Feuchtigkeit dringt, und in der Vorderfläche der Kryſtallinſe bey m erfolgt die zweyte Brechung. Beyde Brechungen zuſammen bringen die Strahlen in die Lage, darin ſie auch gekommen ſeyn würden, wenn ſie aus der Luft unmittelbar auf die Vorderfläche der Linſe gefallen wären. Die dritte Brechung in der hintern Fläche der Linſe bey n iſt zwar nicht völlig ſo ſtark, als ſie ſeyn würde, wenn der Strahl aus der Kryſtallinſe in die Luft übergienge: das hat aber nur den Erfolg, daß die Vereinigungspuncte hinter der Kryſtallinſe etwas weiter von ihr entfernt ſind, als ſie es in der Luft ſeyn würden, und das ändert nichts in der Hauptſache. Demnach läßt es ſich nun ziemlich vollſtändig überſehen, was im Auge vorgeht, wenn wir ein Object ſehen.

376. §.

376. §.

Es ſey QR das das Object, OP die nach der Mitte deſſelben gerichtete Augenaxe, GH der Stern im Auge: ſo fällt von jedem Punkt des Objects wie P, Q, R, auf den Stern im Auge ein Strahlenkegel wie GPH, GQH, GRH. Alle zum Kegel GPH gehörige Strahlen vereinigen ſich nach der dreyfachen Brechung hinter der Kryſtallinſe in einem Punct p der Axe, und p iſt das Bild von P. Wennn das Auge die gewöhnliche Einrichtung hat, und das Object nicht zu weit entfernt, auch dem Auge nicht zu nahe iſt; ſo liegt das Bild p auf der Netzhaut. Unter den Strahlen, die zu jeden von den übrigen auffallenden Strahlenkegeln, wie GQH gehören, giebt es zwar auch einen mittlern, oder Hauptſtrahl QO: derſelbe geht aber nicht ungebrochen durch, er kommt nach der dritten Brechung in die Lage nq, und alle übrige zu denſelben auffallenden Lichtkegel gehörige Strahlen haben ihren Vereinigungspunct in dem Hauptſtrahl, eben ſoweit als p von der Kryſtallinſe entfernt. Demnach iſt auch q ein Bild von Q, das auf der Netzhaut liegt, wenn p ein Bild auf der Netzhaut iſt, unter der ſchon erwehnten Bedingung. Von jedem Punct des Objects giebt es alsdenn ein Bild auf der Netzhaut, welche alle zuſammen ein verkehrt ſtehendes Bild vom ganzen Object auf der Netzhautmachen. 85. Fig.

377. §.

In dem Augenblick, da ſich ein ſolches Bild in unſerm Auge abmalet, iſt dieſer Erfolg mit

der Empfindung des Sehens begleitet. Wir ſehen nun den Gegenſtand, deſſen Bild das Licht ins Auge auf die Netzhaut bringt: übrigens aber reichen unſre Begriffe, die wir von unſerer eigenen Empfindung haben, und von der Art, wie die Veränderungen die in unſerm Körper vorgehen, mit den Vorſtellungen zuſammen hängen, welche alsdann zugleich die Seele hat, ſoweit nicht, daß wir verſtändlich erklären könnten, wie es nun weiter mit dem Sehen zugehe. Die zarten Nervenfaßern der Netzhaut pflanzen ohne Zweifel den Eindruck, welchen das Licht auf der Netzhaut macht, vermittelſt des Geſichtsnervens, der mit dem Gehirn zuſammenhängt, auch bis zum Gehirn fort: wie nun weiter die Seele ihre Vorſtellung erhalte? daß muß man unentſchieden laſſen. Können wir aber jenen Zuſammenhang deſſen, was in unſern Sinngliedern vorgehet, mit den Vorſtellungen in unſrer Seele nicht erklären; ſo hat es auch mit der anſcheinenden Schwierigkeit gar nichts auf ſich, wenn man frägt, wie es zugehe, daß wir die Sachen aufgerichtet ſehen, deren Bild in umgekehrter Stellung auf die Netzhaut fällt? Eben ſo wenig Grund hat die anſcheinende Schwierigkeit, daß wir jede Sache mit zweyen Augen nur einfach ſehen.

Wenn der Blindgebohrne, deſſen Geſchichte oben im 356 §. kurz erzählt iſt, nachdem er vom Staar war befreyet worden, von keiner Sache die Geſtalt gekannt, und keine Sache von der andern bey noch ſo verſchiedener Geſtalt und Größe un=

unterſchieden hat; ſo hat er auch anfangs nicht gewußt, was oben oder unten, zur Rechten oder zur linken befindlich ſey, bis er durch öftere Verbindung der Empfindungen des Gefühls mit den Empfindungen des Geſichts ſich dazu gewöhnt hatte, Geſtalt, Größe und lage der Dinge gegen einander zu unterſcheiden. Hiebey war es wohl ſehr gleichgültig, ob das Bild in ſeinem Auge aufrecht oder verkehrt ſtand, ob er mit einem, oder mit beyden, oder mit noch mehrern Augen ſahe. Seine Seele erhielt Vorſtellungen, die er gar nicht kannte, er mußte ſie zuförderſt oft mit andern ihm ſchon bekannten Vorſtellungen zugleich haben, bevor er lernte, was es mit dieſen neuen ihm bisher unbekannt gebliebenen Vorſtellungen für eine Bewandniß habe. Wenn es gleich wahr iſt, daß der Eindruck, welchen das licht von einerley Sache auf der Netzhaut eines jeden Auges macht, für ſich ſchon eine Empfindung von der Sache zuwege bringt; ſo ſind doch beyde Empfindungen einander vollkommen ähnlich, und wir haben von Jugend auf beſtändig beyde Empfindungen zugleich gehabt, wenn uns zugleich das Gefühl belehrt hat, daß es nur eine Sache ſey, welche beyde einander ganz ähnliche Empfindungen veranlaſſet. Mit zweyen Ohren hören wir einen und eben denſelben Schall einfach, und man hat das eben nicht als etwas ſchwer zu ſerklärendes angeſehen: warum ſollten wir nicht eben ſo gut mit zweyen Augen einerley Sache einfach ſehen?

Die verkehrte Stellung, welche das auf der Netzhaut entſtandene Bild gegen das Object ſelbſt hat, hat zu mancherley Meynungen, und zu mehrern Unterſuchungen Anlaß gegeben, um zu erklären, warum wir doch die Gegenſtände nicht deswegen verkehrt ſehen. — Ich hatte dieſe Frage: warum wir die Gegenſtände nicht verkehrt wahrnehmen, da doch das Bild derſelben auf der Netzhaut verkehrt liegt? lächerlich gefunden, (Grundr. der Naturl. §. 529.) und das um ſo mehr, da es wieder zu einer Preisaufgabe gemacht worden war. Das hatte man ſehr hoch aufgenommen, und es für ſehr unſchicklich gehalten, die Aufgabe einer berühmten Academie lächerlich zu halten. Mein Glaube von der Untrüglichkeit der Academie iſt nicht ſo ſtark, daß ich jetzt meine Behauptung zurücknehmen ſollte, und ich erkläre immer noch die ganze Frage für unſtatthaft. — Erſt muß man gehörig erwägen, was wir eine verkehrte Lage nennen? Das Bild auf der Netzhaut ſteht freylich gegen den Gegenſtand verkehrt, aber nicht gegen die Bilder der andern Gegenſtände, die wir zugleich dabey ſehen. Wir ſehen ja nichts iſolirt im abſoluten Raume, wo ohnedem das unten und oben, alſo das Verkehrt ſeyn, nicht ſtatt findet; wir ſehen alles im räumlichen Verhältniſſe, und wenn dies räumliche Verhältniß daſſelbige bleibt, ſo iſt nichts verkehrt. Wir ſehen eigentlich nicht die Gegenſtände in der Welt, ſondern erhalten die Empfindung des Sehens durch die Wiedervereinigung der zu den verſchiedenen Strahlenkegeln gehörige Strahlen in einem Punkt auf der Netzhaut, und in ſo fern hierdurch ſonſt ein ſogenanntes Bild entſteht, können wir freylich annehmen, daß das Bild die Empfindung mache; allein man wird doch nicht glauben, daß die Seele das Bild des Gegenſtandes der Netzhaut beſchaue.

Weil alſo das Bild eines Gegenſtandes gegen die Bilder anderer damit im Zuſammenhange ſtehenden Ge=

Gegenſtände daſſelbige räumliche Verhältniſſe hat, und z. B. Menſchen ſich nicht mit den Köpfen auf der Erde, Bäume nicht mit dem Stamme in der Luft, und mit den Zweigen auf der Erde ſtehend, u. ſ. w. auf der Netzhaut abbilden; weil alſo die Lage der Bilder im Auge gegen den zugleich mit wahrgenommenen Himmel und die Erde dieſelbige bleibt, als die Gegenſtände haben; weil wir alſo im Grunde alles in der Welt verkehrt ſehen in Anſehung des abſoluten Raums, wo es aber doch kein Oben und Unten giebt, nichts aber im relativen Raume — ſo finde ich jene Frage ſo ungereimt als die, ob unſre Gegenfüßler nicht auf der Erde verkehrt ſtehen? — Ein Rezenſent meynte, daß ich meinen Irrthum einſehen würde, wenn ich die Empfindung des Sehens durchs aſtronomiſche Fernrohr erwägen würde. Ich hatte ſie erwogen, ehe es mir der Herr Rezenſent zurief, und war eben dadurch in meiner Behauptung noch mehr beſtätigt worden. Die Bilder der Gegenſtände, die wir durchs aſtronomiſche Fernrohr wahrnehmen, haben gegen die, welche wir durchs Auge empfangen, und von Jugend auf empfangen haben, eine verkehrte Lage, wenn ſie auch in Beziehung auf die Gegenſtände aufrecht ſind, folglich müßten auch die Gegenſtände, die wir durchs aſtronomiſche Fernrohr wahrnehmen, in Vergleichung mit denen, die wir durchs natürliche Auge ſehen, verkehrt zu ſtehen ſcheinen; hätte aber unſer Auge die Einrichtung des aſtronomiſchen Fernrohrs, ſo würden wir doch durch daſſelbe nichts verkehrt ſehen, weil dann die Bilder aller Gegenſtände, die unſer Auge empfängt, dieſelbe relative Lage oder daſſelbige räumliche Verhältniß gegen einander hätten, als jetzt. — Ein anderer mir gemachter Einwurf, daß ein ganz junges Kind, wenn es nach einem brennenden Lichte greifen wollte, allemal nach unten zu unter die Flamme käme, verdient nicht einmal eine Antwort; und ſetzt die noch größere Un-

Ungereimtheit voraus, daß wir die Dinge wenigſtens nicht einmal an ihrem wahren Orte ſehen.

G.

378. §.

Wir lernen es durch die Erfahrung, daß uns die Stelle einer Sache, welche die Geſichtsaxe trift, am deutlichſten erſcheint, und daß wir andre Stellen deſto weniger deutlich ſehen, je weiter ſie von der Geſichtsaxe entfernt ſind: daher gewöhnen wir uns unvermerkt dazu, die Geſichtsaxe gegen die Mitte einer Sache zu richten, wenn wir ſie ganz überſehen wollen. Es ſey OP die gegen die Mitte des Objects gerichtete Geſichtsaxe, Q und R die äußerſten ſichtbaren Puncte der dem Auge zugekehrten Oberfläche des Gegenſtandes, welche in einerley Ebene durch die Geſichtsaxe liegen, QO und RO, die aus Q und R ins Auge kommenden Hauptſtrahlen: ſo heißt ROQ der ſcheinbare Durchmeſſer des Objects, in dieſer Ebene genommen. Man nennt ihn den horizontalen oder verticalen ſcheinbaren Durchmeſſer, nachdem die Ebene ROQ horizontal oder vertical iſt. Jener heißt auch wohl die ſcheinbare Höhe dieſer die ſcheinbare Breite des Objects. Es iſt der Sehewinkel, unter welchem die Ausdehnung des Objects nach der Höhe oder Breite vom Auge wahrgenommen wird, und die Hälfte POR oder POQ dieſes Sehewinkels heißt auch der ſcheinbare Halbmeſſer.

379. §

Die Erfahrung lehrt, daß wir die Gröſſe der Gegenſtände durchs Geſicht nach dieſem Sehewinkel ſchätzen, daß ſie uns bey einerley Sehewinkel gleich groß zu ſeyn ſcheinen, daß ſie uns aber deſto gröſſer oder kleiner vorkommen, je gröſſer oder kleiner ihr Sehewinkel iſt. Aus demjenigen, was im Auge beym Sehen vorgehet, läßt ſich auch davon der Grund einigermaßen einſehen. Von der Größe des Sehewinkels hängt die Größe des Bildes auf der Netzhaut ab, und die Durchmeſſer des Bildes verhalten ſich, wie die damit zuſammen gehörigen Sehewinkel. Aus den Geſetzen der Strahlenbrechung läßt ſich durch Rechnung finden, daß pOq etwa $\frac{2}{3}$ des Winkels POQ, und eben ſo qOr allemal ſehr nahe $\frac{2}{3}$ des Winkels QOR betrage. Der Durchmeſſer qr des Bildes iſt aber dem Winkel qOr proportional. Wenn alſo der Sehewinkel 2mal, 3mal oder mehrmal größer iſt; ſo iſt nicht allein der Winkel qOr, ſondern auch des Bildes Durchmeſſer 2mal, 3mal und mehrmal größer.

Unſer Urtheil 1) über die Größe der Gegenſtände hängt nicht bloß von ihrer wahren Größe, ſondern von dieſem Sehewinkel ab, unter welchem wir die Objecte wahrnehmen. So können uns Sonne und Mond gleich groß erſcheinen, ohngeachtet ihre wahre Größe ſehr verſchieden iſt; auf einem Kornfelde ſcheinen uns die entfernten Kornähren dichter zu ſtehen, als die nähern, oder die Entfernung jener von einander ſcheint kleiner zu ſeyn, als bey dieſen; eine lange Alle ſcheint uns am Ende ſpitzig zuzulaufen u. ſ. w.

u. ſ. w. — Sonſt beurtheilen wir aber noch die Größe des geſehenen Gegenſtandes aus ſeinen uns ſonſt bekannten Entfernungen; aus der ſtärkern oder ſchwächern Erleuchtung, worinn er uns erſcheint; und dann auch aus dem Verhältniſſe ſeines Bildes zu den Bildern naher Gegenſtände, deren Größe wir kennen. Hieher gehört die große ſcheinbare Größe des hinter Bergen oder Bäumen aufgehenden Mondes.

Unſere Urtheile 2) über Entfernungen, und die Fertigkeit darinn, oder das Augenmaaß hängt ebenfalls davon ab, daß wir von Jugend auf die Empfindungen des Geſichts mit denen des Gefühls, obgleich unvermerkt, verglichen haben; ohne gehabte Erfahrungen durchs Gefühl, und ohne jene angeſtellte Vergleichung würden wir glauben, daß die Gegegenſtände dicht vor dem Auge ſtänden. Bey nahen Gegenſtänden ſchätzen wir die Entfernung derſelben aus der zum genauen Sehen nöthigen Veränderung des Auges, und wir urtheilen dann, daß der Gegenſtand da ſey, wo die Spitze des Lichtkegels zu ſtehen kömmt, deſſen Grundfläche die Pupille des Auges iſt. Bey entfernteren Gegenſtänden ſchätzen wir die Entfernung aus dem Winkel der beyden Augenaxen; aus der Vergleichung der uns bekannten wahren Größe derſelben mit der ſcheinbaren oder dem Sehewinkel; aus der größern oder geringern Helligkeit und Klarheit, worinn wir ſie ſehen, und aus der Deutlichkeit der kleinen Theile eines Gegenſtandes; und endlich aus der Menge andrer zwiſchen dem Gegenſtande und dem Auge befindlichen Dinge.

G.

380. §.

Wenn die Vereinigungspuncte p, q, r, der Strahlen hinter der Kryſtallinſe auf die Netzhaut fallen, ſo iſt das Bild auf der Netzhaut deutlich.

Wenn

Wenn dagegen die Entfernung zwiſchen der Kryſtallinſe und der Netzhaut gröſſer oder kleiner iſt, als die Entfernung dieſer Vereinigungspuncte von der Kryſtallinſe, ſo iſt in beyden Fällen das Bild undeutlich. Wir ſehen zwar am deutlichſten, wenn das Bild auf der Netzhaut ſeine völlige Deutlichkeit hat: indeſſen iſt mit einiger Undeutlichkeit des Bildes nicht ſogleich eine undeutliche Empfindung verbunden. Sonſt müßte jeder Menſch nur bey einer beſtimmten Entfernung eines Objects vom Auge daſſelbe deutlich ſehen, welches wider die Erfahrung iſt. Es giebt aber doch wirklich Perſonen, die eine Sache nur deutlich ſehen, wenn ſie ihrem Auge recht nahe iſt, und wiederum andre die nur ſolche Sachen deutlich ſehen, die vom Auge anſehnlich weit entfernt ſind. Jene Perſonen nennt man **kurzſichtige**, dieſe **weitſichtige**, und beyde können ihrem Geſicht mit ſchicklich gewählten Linſengläſern zu Hülfe kommen. Der Kurzſichtige ſiehet entfernte Sachen durchs Hohlglas deutlicher als ohne Glas, weil er durchs Glas das Bild ſtatt der Sache ſiehet, und dieſes dem Glaſe näher iſt, als das Object ſelbſt. Der Weitſichtige ſiehet Sachen, die dem Auge nahe liegen, durchs Sammlungsglas deutlicher, als ohne Glas, wenn er ſie dem Glaſe ſo nahe bringt, daß ihre Entfernung vom Glaſe etwas kleiner iſt, als die Brennweite des Glaſes. Er ſiehet wiederum das Bild ſtatt der Sache, und das Bild iſt vom Auge weiter als die Sache entfernt.

381. §.

381. §.

Sehr weit entfernte Gegenſtände entziehen ſich unſerm Geſichte entweder völlig, wenn ihr Sehewinkel ſehr klein wird, oder erſcheinen wenigſtens ſo klein, daß wir die verſchiedenen Theile eines ſolchen ſehr weit entfernten Gegenſtandes nicht unterſcheiden können. Vermöge verſchiedenen darüber angeſtellten Erfahrungen, bleibt ein weit entferntes Object nicht weiter kenntlich, wenn die Entfernung deſſelben vom Auge 5000 bis 6000mal größer als ſein Durchmeſſer iſt, da denn die Größe des Sehewinkels ohngefehr $\frac{2}{3}$ einer Minute beträgt. (M. ſ. Rob. Smiths Lehrbegriff der Optik 97 §. 29 S. der Käſtneriſchen Ueberſetzung.) Für ſich leuchtende, oder ſehr ſtark erleuchtete Körper bleiben jedoch dem Auge unter noch viel kleinern optiſchen Winkeln ſichtbar, wovon die Aſtronomie an den Planeten und Fixſtirnen Beyſpiele giebt. Sachen die an ſich ſehr klein ſind, ſehen wir auch in der gewöhnlichen Entfernung vom Auge nicht deutlich. Wir können zwar machen, daß ſie unter einem gröſſern optiſchen Winkel geſehen werden, wenn wir ſie dem Auge ſehr nahe bringen: allein das Bild auf der Netzhaut im Auge wird alsdenn ſo ſehr undeutlich, daß auch die Empfindung völlig undeutlich wird, und von den verſchiedenen Theilen des Objects keiner von den andern unterſchieden werden kann. In beyden Fällen können die Linſengläſer unſern Geſicht zu Hülfe kommen.

Ein

Ein optiſches Werkzeug, welches dem Auge behülflich iſt, recht kleine Sachen gröſſer als in der gewöhnlichen Entfernung vom Auge, und dabey doch deutlich zu ſehen, heißt ein **Microſcop.** Wenn es aber dienen ſoll, ſehr weit entfernte Sachen, unter einem größern optiſchen Winkel eben ſo, als wenn ſie dem Auge näher wären, und dabey doch deutlich zu ſehen, ſo heißt es ein **Teleſcop. Ein Fernrohr** heißt es von der Einrichtung die man ihm giebt, wenn man zwey oder mehr Glaslinſen in der rechten Entfernung von einander in einem Rohr einſchließt, um durch daſſelbe nach dem entfernten Object hinzuſehen.

382. §.

Eine einzige kleine Sammlungslinſe, die eine ſehr kurze Brennweite hat, dient ſchon als Microſcop eben ſo, wie das Sammlungsglas dem weitſichtigen Auge behülflich iſt, Sachen die ihm ſonſt zu nahe wären, deutlich zu ſehen. Man muß nur noch wiſſen, daß die optiſchen Winkel, unter welchen ſo ganz kleine Sachen geſehen werden, mit ihren Entfernungen vom Auge im umgekehrten Verhältniſſe ſtehen. Man lieſet gewöhnlich auch ziemlich kleine Schrift bey hinlänglicher Erleuchtung, wie hier vorausgeſetzt wird, wenn die Fläche des Papiers etwa 8 Zoll vom Auge entfernt iſt: eine auf dem Papier kriechende Käſemilbe würde man in dieſer Entfernung noch gar nicht wahrnehmen. In der Entfernung eines Zolles vom Auge würde man ſie unter einem acht-

mal

mal größern Sehewinkel, und in einer ſo kleinen Entfernung, die nur $\frac{1}{10}$ Zoll betrüge, unter einem 80mal größern optiſchen Winkel ſehen, als in der Entfernung von 8 Zollen: aber die Empfindung würde ganz undeutlich ſeyn. Durch eine Linſe, die im erſten Fall 1 Zoll, im letzten Fall $\frac{1}{10}$ Zoll Brennweite hätte, würde man dies kleine Thierchen deutlich ſehen, es müſte nur der Glaslinſe ſo nahe gebracht werden, daß die Entfernung zwiſchen beyden ein ſehr weniges kleiner als die Brennweite wäre. Wenn alſo das kleine Object durch die Linſe von einen Zoll Brennweite betrachtet im ſcheinbaren Durchmeſſer 8mal, und durch die Linſe von $\frac{1}{10}$ Zoll Brennweite geſehen 80mal größer erſcheint, als es in der Entfernung von 8 Zollen würde geſehen werden; ſo würde es dem Flächenraum nach 64mal oder 6400mal, dem körperlichen Raum nach 512mal oder 512000 mal vergrößert erſcheinen, nachdem es durch die Linſe von 1 Zoll, oder von $\frac{1}{10}$ Zoll Brennweite betrachtet wird.

383. §.

Eine Linſe allein kann nicht als **Teleſcop** dienen: man muß zwey oder mehrere ſo hinter einander ſtellen, daß ihre Axen in einerley graden Linie zuſammenfallen, und ſie alsdenn in ein Rohr einſchließen, welches man nach den entfernten Gegenſtand, den man ſehen will, richten kann, um denſelben durch die Gläſer zu betrachten. Das dem Object zugekehrte Glas unterſcheidet man alsdenn durch den Namen des **Objectivglaſes**

von

von den übrigen, die man Augengläſer nennt. Das Objectivglas muß allemal ein Sammlungsglas ſeyn, und mit demſelben kann ein Sammlungsglas, oder auch ſtatt deſſen ein Zerſtreuungsglas als Augenglas verbunden werden. Das ſind die beyden einfachſten Arten davon, wie man ein Teleſcop aus Linſengläſern zuſammenſetzen kann, und eine kurze Erläuterung über die Erſcheinung, die ſie dem Auge darſtellen, muß hier als eine Probe genügen. Vollſtändige Berechnungen über die beſte Anordnung ſowohl dieſer als auch andrer mehr zuſammengeſetzter Teleſcope gehören für die optiſchen Wiſſenſchaften, in ſo fern ſie Theile der angewandten Mathematik ſind, und ich habe die Gründe dieſer Theorie mit ihren Anwendungen vollſtändig im 3ten Bande meiner **Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften** vorgetragen.

384. §.

Das Objectivglas AB ſey mit dem Sammlungsglaſe DE als Augenglaſe verbunden, und PQ ſey das entfernte Object, welches durchs Fernrohr geſehen wird. Aus jedem Punkt P oder Q des Objects fällt ein Lichtkegel APB, AQB, auf die Objectivlinſe, und jeder von dieſen Lichtkegeln verwandelt ſich nach der Brechung in einem entgegen geſetzten ApB, AqB: die Entfernung Cp iſt entweder völlig oder doch ſehr nahe der Brennweite des Objectivglaſes gleich, weil vorausgeſetzt wird, daß die Entfernung CP ſehr groß ſey. 86. Fig.

Die

Die in p zuſammenlaufenden Strahlen breiten ſich hinter p wieder auseinander: eben ſo auch die, welche aus Q kommen und in q zuſammen laufen, breiten ſich hinter q wieder aus. Indem das Augenglas DE die von dem Bilde pq herkommenden Strahlen auffängt, iſt es eben ſoviel, als wenn pq ein Object wäre, das von jedem Punct Strahlen auf das Augenglas würfe. Demnach kommen die aus p auffallenden Strahlen nach der Brechung im Augenglaſe in die mit der Axe pF parallele Lage, weil pF der zum Kegel MpN gehörige Hauptſtrahl iſt, der ungebrochen durchgehet (366. §).

Um aber zu finden, in welche Lage die zum Kegel HqE gehörigen Strahlen nach der Brechung im Augenglaſe kommen, muß man ſich den Strahl qF als den zum Kegel der von q herkommenden Strahlen gehörigen Hauptſtrahl vorſtellen; ſo weiß man daß dieſer ungebrochen durchgehe, die übrigen aber nach der Brechung in die mit demſelben parallele Lage Ee, Gg, Hh, kommen. Der von Q herkommende Hauptſtrahl QCG kommt alſo nach der Brechung bey G in die Lage Gg, wo er die Axſe der Gläſer in O ſchneidet. Wenn alſo das Auge in O ſeine Stelle hat, und durch die Gläſer ſiehet, ſo fängt es nicht allein die aus der Mitte P des Objects, ſondern auch die aus jedem Punct Q vom äuſſerſten Rande herkommenden Strahlen auf, und zwar die letztern insgeſammt in der mit GO parallen Lage, als kämen ſie aus ei-

einem Punct unter der Axe her, wenn Q über der Axe liegt.

385. §.

Wenn das Auge weitſichtig iſt, ſo wird es das Object durch das Fernrohr deutlich, wiewohl verkehrt ſehen: denn alle von einerley Punkt des Objects herkommende Strahlen kommen unter ſich in paralleler Lage ins Auge, wie erfodert wird, wenn das weitſichtige Auge deutlich ſehen ſoll. Der Kurzſichtige muß das Augenglas dem Objectiv ein wenig näher rücken, damit die Entfernuug Fp ein wenig kleiner werde, als die Brennweite des Augenglaſes. Alsdenn fahren die von jedem Punct des Objects herkommende Strahlen nach der Brechung im Augenglaſe ein wenig aus einander, und das Auge erhält ſie in einer ſolchen Lage, als wenn ſie von einem nicht ſoweit entfernten Object herkämen (368 §). Ferner wird das Object aus der Stelle O durch die Gläſer unter dem optiſchen Winkel FOG geſehen: und wenn das Auge in der Mitte C des Objectivglaſes ſeine Stelle hätte, ſo wäre PCQ der Geſichtswinkel. Es iſt aber FOG größer als PCQ, und wer einigermaßen in der Geometrie geübt iſt, ſiehet gleich, daß pFq = FOG ſey, alſo vergrößert das Fernrohr den optiſchen Winkel und zwar ſovielmal, als der Winkel PCQ oder der eben ſo große Winkel pCq in pFq enthalten iſt. Aus geometriſchen Gründen folgt überdem die Proportion pCq : pFq = Fp : Cp, alſo wird für das Fernrohr die Vergrößrungszahl ge-

funden, wenn man die Brennweite des Objectivs mit der Brennweite des Oculars dividirt.

386. §.

87. Fig. Wenn man ſtatt des erhabenen Augenglaſes eine Hohllinſe als Augenglas mit dem Objectiv verbindet, ſo muß die Entfernung der Gläſer von einander ſo groß ſeyn, als die Differenz ihrer Brennweiten. Das Augenglas DE muß die Strahlen auffangen, welche in den Puncten, aus welchen das Bild pq beſtehet, zuſammen laufen würden: und wenn die Entfernung Fp der Brennweite des Augenglaſes gleich iſt, ſo kommen die zu einerley Kegel gehörigen Strahlen nach der Brechung im Augenglaſe in die unter ſich parallele Lage. Die aus P herkommenden Strahlen würden in p wieder zuſammen laufen, aber die Brechung im Augenglaſe bringt ſie in eine mit der Axe Fp parallele Lage. Die aus Q herkommenden Strahlen würden in q zuſammen laufen, ſie werden aber vom Augenglaſe bey E, G, H aufgefangen. Der zu dem, auf das Glas DE fallenden Kegel AqB, gehörige Hauptſtrahl, welcher ungebrochen durchgehen würde, wäre qF, und die übrigen, welche zu demſelben Kegel gehören, werden nach der Brechung mit ihm parallel. Dieſemnach wird der aus Q herkommende Hauptſtrahl QCG in die Lage Gg gebrochen, in dieſer Lage verlängert ſchneidet er die Axe der Gläſer in O. Hat alsdenn das Auge in der Axe der Gläſer ganz nahe am Augenglaſe ſeine Stelle; ſo erhält

es die aus Q kommenden Strahlen in der mit OG oder Fq parallelen Lage, eben ſo, als wenn ſie aus einem Punct über der Axe herkämen, wenn Q ſelbſt oberhalb der Axe liegt. Wofern es alſo ein weitſichtiges Auge iſt, ſo ſiehet es das Object deutlich und aufrecht. Für das kurzſichtige Auge muß wiederum das Ocular dem Objectiv ein wenig näher gerückt werden. Ferner iſt pFq der optiſche Winkel, unter welchem das Object durch die Gläſer geſehen wird, daß man ohne Gläſer aus der Stelle C unter dem Winkel PCQ=FCG ſehen würde, und es iſt auch für das Fernrohr pCq : pFq = Fp : Cp, alſo wird die **Vergrößerungszahl** eben ſo, wie bey dem im 384. §. beſchriebenen Fernrohr gefunden.

387. §.

Gewiß iſt es, daß die erſten Fernröhre in Holland gemacht ſind, und die zuletzt beſchriebene Einrichtung mit dem hohlen Augenglaſe gehabt haben: das iſt auch die Urſache, warum ſie noch **holländiſche Fernröhre** heißen. Ungewiſſer aber iſt es, wer der eigenliche Erfinder ſey. **Descartes** erzählt in ſeiner Dioptrik, daß **Jacob Metius** aus Alemar nur zufälliger Weiſe auf den Einfall gekommen ſey, ein erhabenes und ein hohles Linſenglas hinter einander zuſtellen, um zu ſehen, was das für Erſcheinungen darſtellen würde, und ſo ſey das erſte Teleſcop entſtanden. Andre ſchreiben die Erfindung auf ähnliche Art dem **Johann Lippersheim**, Brillenmacher in

Middelburg zu, der entweder ſelbſt oder ſeine Kinder, dieſe wichtige Entdeckung ſoll gemacht haben. **Borellus** aber, der Verfaſſer einer Schrift: De vero teleſcopii inventore, cum brevi omnium conſpiciliorum hiſtoria, Hagæ Com. 1655, will, daß ein andrer Brillenmacher zu Middelburg, **Zacharias Janſen**, nicht zufälligerweiſe, ſondern durch Nachdenken auf dieſe Erfindung gekommen ſey. Dem ſey wie ihm wolle, ſo weiß man wenigſtens gewiß, daß **Galiläus a Galiläis**, durch Nachdenken die Zuſammenſetzung dieſes Fernrohrs ausfündig gemacht hat, nachdem er im Jahr 1609 erfahren hatte, ein Holländer habe dem Grafen Moritz von Naſſau ein optiſches Inſtrument überreichet, wodurch man entfernte Gegenſtände, als wenn ſie in der Nähe wären, deutlicher ſehen könne. Ein Fernrohr dieſer Art heißt von ihm auch ein **Galiläiſches Fernrohr**.

388. §.

Das im 384 §. beſchriebene Fernrohr mit dem convexen Augenglaſe iſt eine Erfindung von **Kepler**, und es hat den Namen des **Sternrohrs** erhalten, weil man es zur Betrachtung der Himmelskörper am dienlichſten fand, auch dabey die umgekehrte Stellung, worin ſich das Object darſtellet, keine ſonderliche Unbequemlichkeiten mit ſich führet. Es wird in ein **Erdfernrohr**, das die Objecte aufrecht darſtellet, wieder verwandelt, wenn man vor dem Augenglaſe noch zwey andre convexe Augengläſer ſo ſtellet, daß

ſie für ſich ein zweytes kleines Sternrohr vorſtellen, wodurch das Bild, welches das Objectiv mit dem erſten Ocular für ſich allein verkehrt zuwege bringet, aufs neue umgekehrt, alſo in der aufrechten Stellung des Objects geſehen wird. Dies Erdrohr wird dem Pater Rheita als eine Erfindung zugeſchrieben.

389. §.

Auch dem Microſcop hat man eine dem Fernrohr ähnliche Einrichtung gegeben, und mit einer kleinen Objectivlinſe von einer ſehr kurzen Brennweite ein erhabenes Augenglas, oder auch noch mehrere verbunden. Wenn dieſe Anordnung in einer dazu dienlichen Röhre eingefaßt iſt, ſo wird das Microſcop als ein aus mehrern Gläſern zuſammengeſeztes von dem im 382. §. beſchriebenen einfachen Microſcop unterſchieden. Die Entfernung des Objects von der Objectivlinſe muß etwas kleiner ſeyn, als ihre Brennweite, damit hinter der Linſe ein ziemlich groſſes Bild des kleinen Gegenſtandes zuwege gebracht werde. Wenn alsdenn die Entfernung des Oculars von dieſem Bilde, der Brennweite des Oculars gleich iſt; ſo ſiehet das Auge durch die Gläſer das Object deutlich und vergrößert. Vollſtändige Berechnungen über die beſte Anordnung der einfachen ſowohl, als auch der zuſammengeſetzten Microſcope gehören nicht hieher: ich habe dazu in den ſchon angeführten 3ten Bande meiner Anfangsgründe der Mathematiſchen Wiſſenſchaften ebenfalls Anlei-

leitung gegeben. Nach dem **Borellus** hat auch **Zacharias Janſen**, oder deſſen Sohn, das zuſammengeſetzte Microſcop erfunden.

390. §.

Mit der Strahlenbrechung iſt noch ein Erfolg verbunden, der zwar lange bekannt geweſen. aber allererſt vom Herrn **Newton** mit ſovieler Aufmerkſamkeit erwogen worden iſt, daß er daraus ſehr wichtige Entdeckungen für die Naturlehre herleiten konnte. Licht, das im Glaſe, oder im Waſſer gebrochen iſt, erſcheint gefärbt. **Grimaldi** ein in optiſchen Verſuchen geſchäftiger und glücklicher Naturforſcher, ließ im finſtern Zimmer einen Strahl vom Sonnenlicht durch ein mit Waſſer gefülltes Glas, auch hernach durch ein dreyſeitiges Priſma gehen, und beobachtete ſolchergeſtalt ſchon die alsdenn ſich darſtellenden Regenbogenfarben. Man kann das Priſma, womit der Sonnenſtrahl aufgefangen wird, in die Lage bringen, daß die Axe deſſelben horizontal, und zugleich auf dem Sonnenſtrahl ſenkrecht iſt: man kann es ferner ſo lange um ſeine Axe drehen, bis das durchgehende Licht auf eine gegenüberſtehende Wand oder weiſſe Tafel fällt: alsdenn nimmt das Licht von unten nach oben einen länglichten Raum ein, worin ſich die Regenbogenfarben in folgender Ordnung zeigen: **roth**, **dunkelgelb**, **hellgelb**, **grün**, **hellblau**, **dunkelblau**, **violet**.

391. §.

Der Erfolg läßt ſich am beſten erklären, wenn man mit H. Newton, welcher im Jahr 1666 mit dieſen Verſuche vornehmlich beſchäftiget war, annimmt: das Sonnenlicht beſtehe aus einer Vermiſchung verſchiedener in Abſicht auf die Brechbarkeit ungleichartiger Strahlen, von denen bey einerley Neigungswinkel einige mehr als andre gebrochen werden, alſo als **brechbarer** angeſehen werden können. Das Licht, deſſen Strahlen alle gleichviel gebrochen werden, kann **einfaches gleichartiges Licht** heiſſen, alſo werden mehr brechbare Lichtſtrahlen, die für ſich gleich brechbar ſind, zu einer eigenen Art Licht gehören, und weniger brechbare, die aber unter ſich gleich brechbar ſind, zu einer andern Art des Lichts. Die Farben des einfachen Lichts können **Grundfarben**, einfache, **gleichartige Farben**, die übrigen aber **ungleichartige** heiſſen. Man kann **rothes**, **gelbes**, **grünes**, blaues, violettes Licht, wenigſtens aus dem Grunde unterſcheiden, weil es den Sachen, die es erleuchtet, dieſe Farbe zu geben ſcheint. Einfaches Licht, daß man mit einem Priſma für ſich allein auffängt, wird zwar wieder gebrochen, aber nicht von neuen in Farben zertheilt: alſo hat man Grund, es für einfach zu halten.

392. §.

Dieſe Verſuche leiten auf die Schlußfolge, daß nur eine Farbe in der Welt ſeyn würde, wenn

das Sonnenlicht nur aus einerley Art Strahlen beſtünde, und daß die Verſchiedenheit der Farben, welche die Körper in der Natur unſern Augen darſtellen, daher rühre, weil jeder Körper, der ſeine eigene Farbe hat, nur diejenige Art des darauf fallenden Lichts, welches von eben der Farbe iſt, vornemlich nach allen Seiten zurück ſtrahlet: das übrige Licht dringt zum Theil in die Maſſe des Körpers hinein, oder wird ſonſt zerſtreuet. Wenn ein Körper mehr als eine Art des auf ihn fallenden Lichts nach allen Seiten wieder umher ſtrahlet, ſo entſtehen die **vermiſchten** oder **zuſammengeſetzten Farben** nach dem verſchiedenen Verhältniſſe der Menge des von jeder einfachen Art wieder zurück und umherſtrahlenden Lichts. Die **weiſſe** Farbe iſt eine Vermiſchung aller Grundfarben im gehörigen Verhältniß, weil das aus allen einfachen Arten vermiſchte Sonnenlicht die weiſſe Farbe hat. Leuchtende Körper werden alſo ebenfalls eine gewiſſe Farbe zeigen, wenn ſie nur eine Art von Licht allein, wenigſtens nicht alle ſieben Arten in eben dem Verhältniß ausſtrahlen, nach welchem ſie im Sonnenlicht vermiſcht ſind, in welchem Fall ſie wie die Sonne weiß glänzend erſcheinen würden.

393. §.

Ein Lichtſtrahl, der in der Nähe eines feſten Körpers denſelben ſo nahe als möglich ohne ihn zu berühren vorbeyfährt, wird ebenfalls von ſeinem gradlinichten Wege etwas abgelenkt, und leidet eine Art von unvollkommener Brechung oder

Zu-

Zurückwerſung. Man nennt dieſen Erfolg die **Beugung** des Lichts mit **Newton**, der auch hierüber merkwürdige Verſuche angeſtellet hat, nachdem **Grimaldi** die Sache ſelbſt ſchon entdeckt, und in der Schrift: De lumine coloribus et iride 1666 bekannt gemacht hatte, Im Jahr 1672 legte auch Dr. **Hooke** der Königlichen Geſellſchaft ſeine Beobachtungen darüber vor. Neuere hieher gehörige Verſuche haben die Herrn **Maraldi** und **du Tour** angeſtellet, welche H. **Prieſtley** in ſeiner **Geſchichte der Optik** im VI Abſchn. der VI **Periode** erzählt. Auch ſind des H. **de l'Isle** Verſuche merkwürdig, die er in ſeinen Memoires pour ſervir a l'hiſtoire et au progres de l'Aſtronomie Petersb. 1738, pag. 205. ſqq. beſchreibt. Die Zurückwerfung, Brechung und Beugung des Lichts ſcheine eine gemeinſchaftliche Urſache zu haben, die ſich unter verſchiedenen Umſtänden auf verſchiedene Art äußert. Wer Herrn **Newton** in ſeinen tiefſinnigen Unterſuchungen darüber folgen kann, der findet ſie in den Principiis Phil. Nat. Mathem. lib. I. Prop. 94-96, auch Lib. II. Prop. 41. 42. 50. Schol. Von andern Erklärungsarten findet man beym H. **Prieſtley** Nachricht a. a. O. 5. Per. 8. Abſch. 1 Cap. 238. u. f. S. der deutſcheu Ueberſetzung, woſelbſt auch H. **Klügel** in den Anmerkungen noch einige Nachrichten und Erläuterungen giebt.

Am 13 November des Jahres 1779. hat die Königliche Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Göttingen dem Herrn Johann **Nepomuk Fiſcher**, adjungirten

Aſtronomen, und Profeſſor der Mathematik zu Ingolſtadt den Preis wegen Beantwortung der nachſtehenden Frage zuerkannt: die Geſetze anzugeben, nach denen ſich die Beugung des Lichts, das bey feſten Körpern vorbeygehet, und die dabey entſtehenden farbichten Streifen richten. Götting. Anzeigen von Gelehrten Sachen 156. Stück 1779.

394. §.

Wenn es wahr iſt, daß rothes Licht am wenigſten brechbar iſt, vom gelben, grünen, blauen, violetten Licht aber in der hier genannten Ordnung jedes folgende brechbarer, als das vorhergenannte; ſo können die Strahlen, welche von einerley Punct eines Gegenſtandes herkommen, und auf eine Glaslinſe fallen, nach der Brechung nicht in einerley Vereinigungspunct zuſammenlaufen. Es muß vielmehr für jede Lichtart einen eigenen Vereinigungspunct geben: daher kann das in der Linſe gebrochene Licht kein völlig deutliches Bild des Objects zu wege bringen. Hiezu kommt noch eine andre Urſache, welche die Undeutlichkeit des Bildes vermehrt. Nur diejenigen von einerley Punct des Objects herkommenden gleichartigen Lichtſtrahlen, welche ſehr nahe bey dem Hauptſtrahl auffallen, kommen nach der Brechung in einerley Vereinigungspunct wieder zuſammen: die übrigen ſchneiden nach der Brechung den Hauptſtrahl in Puncten, die mit jenem Vereinigungspunct nicht übereinkommen, und deſto weiter von ihm abweichen, je größer die Oefnung des Glaſes iſt. Diese Undeutlichkeit des Bildes rührt

von der ſphäriſchen Geſtalt der Gläſer her, ſo wie die vorhin erwehnte, von der verſchiedenen Brechbarkeit der Strahlen des ungleichartigen Lichts. Beyde Urſachen würden die Unvollkommenheit der Fernröhre zur Folge haben, daß das Object, wovon man nur das undeutliche Bild durchs Ocular betrachten kann, durchs Fernrohr nicht vollkommen deutlich erſcheinen könnte, wenn man nicht Mittel gefunden hätte, dieſer Undeutlichkeit auf andre Art abzuhelfen. Es kommt hauptſächlich darauf an, ob nur ein einfaches Objectivglas aus einerley Glasart gebraucht wird, oder ob man das Objektiv aus mehrern Linſen, die nicht aus einerley Glasart verfertiget ſind, zuſammenſetzet.

395. §.

Wenn das Objectiv einfach iſt, ſo kann man dieſer Unvollkommenheit nicht ſo weit abhelfen, als wenn man das Objectiv aus Linſen von verſchiedenen Glasarten zuſammenſetzt. Die Theorie lehrt, daß die Undeutlichkeit hauptſächlich von der Brennweite des Objectivs abhänge, wenn die Vergröſſerungszahl dieſelbe bleiben ſoll, und daß ſie deſto mehr zunehme, je kürzer alsdenn die Brennweite des Objectivs iſt, aber deſto geringer ausfalle, je größere Brennweite das Objectiv hat. Daher kam es, daß man ſonſt genöthiget war, die Fernröhre ſehr lang zu machen, wenn ſie etwas beträchtlich vergrößern ſollten. Im Jahr 1747 aber kam H. **Euler** auf den Gedanken, daß es möglich ſeyn müſſe, wenigſtens die Farben-

benzerſteuung zu heben, wenn man das Objectiv aus zweyerley durchſichtigen Maſſen zuſammenſetzen könne, welche bey der Brechung des Lichts die ungleichartigen Farbenſtrahlen nicht auf einerley Art, ſondern die eine mehr, die andre weniger zerſtreuen. Weil man es mit Glasarten noch nicht verſucht hatte, ſo glaubte H. Euler anfangs, daß dieſer Zweck erreicht werden könne, wenn man zwey Meniſken aus Glaſe zuſammen ſetze, und den Zwiſchenraum mit Waſſer ausfülle. H. Dollond in London, ein nachher ſehr berühmt gewordener Künſtler, war anfangs der ganz entgegen geſetzten Meinung, fand aber nachher ſelbſt, daß H. Euler in der Hauptſache recht gehabt habe. Er war der erſte der ein farbenloſes oder achromatiſches Fernrohr zu Stande brachte. Die Einrichtung ſolcher Fernröhre hat theils H. Dollond ſelbſt, theils ſein Sohn, nachher anſehnlich verbeſſert, und man hat ſie auch in andern Ländern mit glücklichem Erfolge nachgeahmt.

396. §.

Ein doppeltes vollkommenes Objectiv ſetzt man aus zweyen ganz nahe zuſammengeſtellten Linſen von verſchiedenen Glasarten, wovon eine das Licht ſtärker als die andre zerſtreuet, ſo zuſammen, daß aus der Glasart, welche das Licht am ſtärkſten zerſtreuet, eine Hohllinſe, aus der andern eine erhabene Linſe gemacht, die erhabene aber alsdenn voran geſetzt wird, an der Seite, die dem Object zugekehrt iſt. Das engliſche Flintglas zer-

zerſtreuet die ungleichartigen Farbenſtrahlen ſtärker, als das Kronglas: wenn man alſo dieſe Glasarten zur Hand hat, ſo wird die Convexlinſe aus Kronglaſe, die Concavlinſe aber aus Flintglaſe gemacht. Noch vollkommener läßt ſich ein dreyfaches Objectiv anordnen, wenn die mittlere Linſe hohl und aus Flintglaſe, die vordere und hintere aber aus Kronglaſe und convex gemacht werden. Dabey kommt es alsdenn nicht mehr auf die Brennweiten der Linſen allein an, ſondern zugleich mit auf die Halbmeſſer ihrer ſphäriſchen Flächen. Wie die Berechnung der ganzen Anordnung angeſtellet werden muß, und wie man dergleichen vollkommene Objective mit einem oder mehrern Ocularen verbinden müſſe, um dem Fernrohr auch noch andere Vorzüge eines anſehnlichen Geſichtsfeldes und einer hinlänglichen ſcheinbaren Klarheit der dadurch betrachteten Gegenſtände zuwege zu bringen, habe ich in dem angeführten 3ten Bande meiner **Anfangsgründe der Mathematiſchen Wiſſenſchaften** vollſtändig gewieſen. Daſelbſt ſind auch diejenigen Schriftſteller genannt, welche ſich um dieſe Theorie verdient gemacht haben. Vorzüglich gehören dahin H. **Euler**, der das wichtigſte dahin gehörige Werk unter dem Titel: Dioptrica. Petrop. 1769-1771, in dreyen Bänden geliefert hat, und hiernächſt Herr **Klügel**, der in ſeiner **Analytiſchen Dioptrik** Leipzig 1778 Herrn Eulers Rechnungen ſehr geſchickt verkürzt, und mehrere lehrreiche eigene Unterſuchungen damit verbunden hat.

397. §.

397. §.

Ebene Spiegel bringen die von einerley Punct eines Objects herkommenden Strahlen durch die Zurückwerfung in eine ſolche Lage, als wenn ſie von einem Punct hinter der Spiegelfläche herkämen, der davon eben ſo weit als der ſtrahlende Punct ſelbſt entfernt wäre. Daher kommt es, daß man im ebenen Spiegel die Bilder ſolcher Gegenſtände, welche Licht dahin werfen können, in ihrer rechten Geſtalt und Größe ſiehet. Die ſphäriſchen Hohlſpiegel aber bringen die auffallenden Lichtſtrahlen durch die Zurückwerfung in eine ganz ähnliche Lage, worin ſie beym Durchgang durch Sammlungsgläſer nach der Brechung kommen: nach der Zurückſtrahlung vom erhabenen ſphäriſchen Spiegel kommen ſie in eine ähnliche Lage wie beym Durchgange durch ein Zerſtreuungsglas nach der Brechung in demſelben. Die Stellen des Bildes hängen von der Entfernung des Objects von der Mitte des Spiegels ſo ab, daß das Bild in den Fällen vor dem Spiegel liegt, wenn es beym Glaſe hinter demſelben ſeine Stelle hätte, und umgekehrt. Auch iſt leicht zu erachten, daß der phyſiſche Brennraum des Hohlſpiegels vor demſelben liegen müſſe, ſo wie der geometriſche Brennraum des erhabenen Spiegels hinter demſelben liegt. Die Brennweite iſt dem vierten Theil des Durchmeſſers derjenigen Kugelfläche gleich, wovon der Spiegel ein Segment vorſtellet. Die Entfernung des Bildes aber, wenn die Entfernung des Objects bekannt

kannt iſt, wird eben ſo gefunden, wie man ſie für die Glaslinſe ſucht, nachdem ſie ein Sammlungs- oder ein Zerſtreuungsglas iſt. (366. 368. §.)

Aus dem, was in dem Vorhergehenden von der Zurückſtrahlung des Lichts von reflectirenden ebenen und krummen Flächen angeführt worden iſt, läßt ſich erklären, wie die Planſpiegel und krummen Spiegel Bilder machen. Hier genügt es, nur von den ſphäriſchen erhabenen und hohlen der letztern Gattung zu reden.

a) Planſpiegel.

Wenn vor einem verticalſtehenden Planſpiegel ein erleuchtetes oder leuchtendes Object geſtellt wird, ſo ſieht das Auge das Bild des Gegenſtandes ſo weit hinter dem Spiegel, als der Gegenſtand von dem Spiegel entfernt iſt. Ueberhaupt ſieht man in Planſpiegeln das Bild eines Objects da, wo der reflectirte Strahl in Gedanken hinter dem Spiegel verlängert, die Perpendikulärlinie vom Objecte auf und durch den Spiegel gezogen, durchſchneidet; oder wir ſehen jeden Punct, des Objects hinter dem Spiegel da, wo die, in Gedanken verlängerten, reflektirten Strahlen des zu dieſem Punkte gehörigen Strahlenkegels ſich durchſchneiden.

Da wir nämlich, vermöge der Gewohnheit und des mit unſern Sehen ohne unſer Bewußtſeyn verwebten Urtheils, die ſichtbaren Punkte des Gegenſtandes dahin ſetzen, wohin die Spitze der zu dieſen Punkten gehörigen Lichtkegel gehört, deren Grundfläche die Pupille unſeres Auges iſt; bey der Reflexion durch Planſpiegel aber die Divergenz der Strahlen, alſo auch der zu jedem Lichtkegel gehörigen, dieſelbige bleibt (§. 362. Anm.); ſo kömmt der vom Spiegel reflectirte Lichtkegel jedes Punktes des Objects

jects eben ſo ins Auge, als ob er vom Objecte ſelbſt käme, und wir ſind daher, wegen der Gleichheit der Empfindung genöthigt, den Gegenſtand dahin zu ſetzen, wohin die Spitzen dieſer Lichtkegel zu ſtehen kommen. Daher müſſen wir das Bild im Planſpiegel ſo weit dahinter ſetzen, als das Object davor ſteht;

2) Daher muß ſich das Bild dem Spiegel nähern, wenn das Object dem Spiegel näher kömmt;

3) Die Bilder ſind dem Objecte gleich und ähnlich;

4) Alle Perſonen ſehen das Bild des Objects hinter dem Spiegel an einem und eben demſelben Orte.

5) Ein Spiegel, worin ein Menſch ſich ganz ſehen ſoll, braucht nur halb ſo groß und breit zu ſeyn, als der Menſch.

In einem Planſpiegel, der unter einem halben rechten Winkel gegen den Horizont geneigt iſt, erſcheinen die Bilder von horizontal liegenden Objecten aufrechts; die von perpendikulären aber horizontal. Der Grund läßt ſich leicht, aus dem eben angeführten Satze, daß das Auge die Punkte eines Gegenſtands da ſiehet, wo die Spitzen der verlängerten Lichtkegel zu ſtehen kommen, deren Grundfläche die Pupille des Auges iſt; und aus der Art und Weiſe der Zurückſtrahlung des Lichts, einſehen und darthun. — Hieher gehört der Perſpectivkaſten.

In einem horizontal liegenden Spiegel erſcheinen die Objekte darüber aufrechts, aber verkehrt, das Obere unten, das Untere oben Beyſpiele können die Abbildungen der an dem Ufer eines ſpiegelnden Waſſers ſtehenden Bäume und Gegenſtände geben.

Durch ſchief gegen einander geſetzte Planſpiegel (Winkelſpiegel) erſcheinen die Objecte, wegen der vervielfältigten Reflexion vervielfältigt. Das Bild eines

eines Gegenſtandes erſcheint darin ſo oft weniger Eins, als der Winkel der beyden Spiegel in 360 Graden enthalten iſt.

Vermittelſt der durch Planſpiegel reflectirten Strahlen können Gegenſtände wahrgenommen werden wenn auch die grade Linie zwiſchen dieſen und dem Auge durch undurchſichtige Körper, wie durch den Spiegel ſelbſt, unterbrochen iſt. Dahin gehört das Perſpectiv durch ein Brett zu ſehen.

b) ſphäriſche Hohlſpiegel.

Aus der Reflexion des Lichts von Kugelflächen (§. 362. Anm.) und dem Satze: daß das Auge das Bild der Punkte des Gegenſtands da ſieht, wo die Spitze der Lichtkegel zu ſtehen kömmt, die durch die Reflexion vom Spiegel ins Auge geworfen werden, läßt ſich auch leicht durch Zeichnung beſtimmen, wie die hohlen ſphäriſchen Spiegel Bilder machen, was der Herr V. im folgenden §. anführt; und eben ſo laſſen ſich auch die Phänomene der

c) erhabenen Kugelſpiegel

daraus erläutern, die auch im folgenden §. berührt ſind. G.

398. §.

Vor dem Hohlſpiegel zeigt ſich ein wirkliches phyſiſches Bild ſo lange die Entfernung des Objects vom Spiegel größer als ſeine Brennweite iſt. Das Bild iſt dem Spiegel näher als das Object und kleiner als daſſelbe, ſo lange die Entfernung des Objects vom Spiegel kleiner, als die doppelte Brennweite iſt. In der Entfernung der doppelten Brennweite fallen Bild und Object zuſammen. Wird die Entfernung des Objects

kleiner, als die doppelte Brennweite, ſo rückt das Bild vom Spiegel weiter weg, und wird immer größer, bis es ſich endlich ganz verliert, wenn die Entfernung des Objects der Brennweite gleich iſt. Rückt das Object dem Spiegel noch näher, ſo kommt das Bild hinter dem Spiegel anfangs ſehr groß wieder zum Vorſchein, Bild und Sache rücken einander entgegen, wenn das Object dem Spiegel noch näher rückt, und das Bild wird zugleich kleiner, bis endlich beyde in der Spiegelfläche ſelbſt wieder zuſammen fallen würden. Im erhabenen Spiegel zeigt ſich dagegen allemal das Bild des Objects hinter dem Spiegel, kleiner als das Object ſelbſt iſt, und in einer Entfernung von der Spiegelfläche, die kleiner als die Brennweite des Spiegels iſt.

Die cylindriſchen und coniſchen erhabenen Spiegel wirken der Länge nach als ebene Spiegel, und bilden alſo in ſo fern die Gegenſtände in der ordentlichen Größe ab. Die cylindriſchen ſind aber der Quere nach erhabene Kugelſpiegel, und müſſen alſo in ſo fern verkleinern, und die Gegenſtände der Quere nach verkürzt vorſtellen; die coniſchen ſind auch der Quere nach erhabene Kugelſpiegel, weil aber die Cirkelflächen nach der Spitze zu immer kleiner werden, ſo verkleinern ſie auch oben mehr, als unten. Sehr verzerrt ſcheinende Zeichnungen können daher doch in dieſen Spiegel ordentlich erſcheinen. (Anamorphoſes.)

G.

399. §.

Bey der Zurückwerfung des Lichts von Spiegelflächen wird das zurückſtrahlende Licht nicht in un=

ungleichartige Strahlen von verſchiedenen Farben zerſtreuet, daher fällt diejenige Undeutlichkeit des Bildes weg, die bey Glaslinſen von der verſchiedenen Brechbarkeit des ungleichartigen Lichts herrührt: nur bleibt die Undeutlichkeit wegen der ſphäriſchen Geſtalt, weil auch bey der Zurückwerfung vom ſphäriſchen Spiegel nicht alle zu einerley auffallenden Kegel gehörige Strahlen nach der Zurückwerfung den Hauptſtrahl in einerley Punct ſchneiden, ſondern nur diejenigen, die zunächſt bey dem Hauptſtrahl auffallen. Dies hat veranlaſſet, daß der Gedanke, welchen **Jacob Gregory** oder vielleicht noch früher **Merſenius** ſchon gehabt hatte, anſtatt des Objectivglaſes im Fernrohr einen Hohlſpiegel zu brauchen, vom Herrn Newton vornemlich iſt genutzt worden. Man hatte vorher dafür gehalten, daß die Unvollkommenheiten der Linſengläſer hauptſächlich von ihrer ſphäriſchen Figur herrührten, weil man die verſchiedene Brechbarkeit des ungleichartigen Lichts nicht kannte. Um deswillen verſuchte man es, den Linſen noch andre von der ſphäriſchen verſchiedene Figuren zu geben, um es dahin zu bringen, daß alle aus einerley Punct des Objects auffallende Strahlen nach der Brechung auch in einerley Punct des Hauptſtrahls wieder zuſammen laufen müßten. Es hatte aber nicht allein zuviele Schwierigkeit für die Ausübung, den Gläſern durchs Schleifen ſolche Figuren zu geben: ſondern man fand auch bald aus Gründen der Theorie, daß ſolche Gläſer, wenn gleich der Künſtler ihnen die

vorgeſchriebene Figur richtig geben könnte, das doch nicht vollſtändig würden leiſten können, was man verlangte. Man verfiel auf die Spiegel, weil man glaubte, daß es nicht ſoviele Schwierigkeit als bey Linſengläſern haben würde, ihnen eine andre von der ſphäriſchen verſchiedene Figur zu geben, und ſelbſt **Gregory** hielte noch dafür, daß andre Krümmungen der Spiegelfläche beſſer ſeyn würden, als die ſphäriſche. Nachdem aber H. **Newton** gefunden hatte, daß die verſchiedene Brechbarkeit des ungleichartigen Lichts an der Undeutlichkeit des von einem Linſenglaſe zuwege gebrachten Bildes den meiſten Antheil hätte, und daß bey der Zurückſtrahlung keine Zerſtreuung des Lichts in ungleichartige Farbenſtrahlen ſtatt hätte; ſo behielte er die ſphäriſche Figur für die Spiegel bey, und brachte wirklich im Jahr 1672 ein Spiegelteleſcop zu Stande, das 30 bis 40 mahl vergrößerte.

400. §.

Weil man die zurückwerfende Fläche des Spiegels dem Object zuwenden muß, ſo kann man nicht vor dem Spiegel ein Augenglas, oder vielleicht mehrere ſtellen um durch ſelbige das vom Spiegel zurückkommende Licht ins Auge zu bringen: es würde bey einer ſolchen Anordnung das vom Object herkommende Licht gar nicht auf den Spiegel fallen können. Darum wird der
88. Fig. Hohlſpiegel AB an dem einen Ende einer Röhre ſo eingeſetzt, daß das andere Ende der Röhre der Spiegelfläche gegen über offen bleibt. Die Axe

CP

CP des Spiegels muß mit der Axe der Röhre zuſammenfallen, und das offene Ende muß man nach den Gegenſtand QR richten. Um ferner das vom Spiegel zurückſtrahlende Licht ins Auge zu bringen, kann nach Newtons Vorſchrift ein kleiner ebener Spiegel DE in der Röhre unter einem halben rechten Winkel gegen die Axe befeſtiget werden, der nur ſo groß ſeyn muß, daß er das vom großen Hohlſpiegel herkommende gegen die Stelle des Bildes zu in einem engern Raum zuſammenlaufende Licht, noch ehe es ſich in den Puncten des Bildes qr vereiniget hat, auffangen kann: ſo werden die mit der Axe des Spiegels parallel einfallenden Strahlen ſeitwärts nach einer auf der Axe der Röhre ſenkrechten Richtung FO von dem ebenen Spiegel zurück geworfen. Dieſer ebene Spiegel kann klein genug ſeyn, daß er dem Hohlſpiegel nur wenig von dem in die Röhre fallenden Licht entzieht. Das von jenem zurückſtrahlende Licht bringt alsdenn in $\varkappa\varrho$ das von dem Hohlſpiegel herrührende Bild zu Stande, welches ſonſt in qr ſeine Stelle erhalten hätte, und man muß an der Seite der Röhre, wo das vom ebenen Spiegel zurückſtrahlende Licht hinfällt, das Ocular HI in einer ſolchen Entfernung vom Bilde abbringen, welche der Brennweite des Glaſes gleich iſt. Weil man bey dieſer Einrichtung von der Seite her in das Fernrohr hineinſiehet, ſo würde es ſchwer ſeyn, ein Object dadurch zu finden. Darum wird auswendig ein gewöhnliches kleines Fernrohr unter

dem Namen des Finders ſo darauf befeſtiget, daß die Axe deſſelben die mit der Axe des Hohlſpiegels paralle Lage erhält, damit man dieſe Axe deſto leichter nach den Gegenſtand richten könne. Die Wirkung deſſelben iſt der Wirkung des Sternrohrs ähnlich: man ſieht das Object verkehrt, und ſovielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlſpiegels enthalten iſt.

401. §.

Etwas bequemer iſt wirklich die Anordnung, welche von **Gregory** ſchon vorgeſchlagen war,
89 Fig. und welche der Dr. **Hooke** demjenigen Teleſcop gegeben hatte, das der Königlichen Geſellſchaft in London im Jahr 1674 vorgeleget ward. Der Hohlſpiegel AB wird in der Röhre eben ſo wie im Newtonſchen befeſtiget, aber das davon zurückſtrahlende Licht wird von einem viel kleinern in der Axe der Röhre befeſtigten dem großen entgegengeſtellten Hohlſpiegel DE aufgefangen, in einer Entfernung; die ſo groß iſt, als die Summe der Brennweiten beyder Spiegel. So ſtrahlet das Licht von dem kleinen Spiegel wieder grade gegen den großen Hohlſpiegel zurück. Um es durchzulaſſen iſt dieſer in der Mitte durchbohrt, und die Oefnung nur ſo groß, als hiezu gerade nöthig iſt. So kann das Fernrohr ſchon grade nach dem Gegenſtand gerichtet werden, und man würde denſelben, durch das mitten im großen Spiegel befindliche Loch vermittelſt des vom kleinen Spiegel zurückſtrahlenden Lichts auch verkehrt und ſoviel-

mal

mal vergrößert ſehen, als des kleinern Spiegels Brennweite in der Brennweite des größern enthalten iſt. Der kleine Hohlſpiegel bringt nemlich die von jedem Punct des Objects herkommenden Stralen in paralleler Lage ins Auge, wie das Ocular des Sternrohrs: und wenn man hinter dem großen Spiegel noch zwey andre Oculare wie beym Erdrohr anbringt, ſo ſiehet man dadurch das Object aufgerichtet.

402. §.

H. Caſſegrain, ein Franzoſe, eignete ſich im Journal des Scavans des 1672ſten Jahres, als Newton ſein Teleſcop in den Transactionen bekannt gemacht hatte, die Ehre einer ähnlichen Erfindung zu, mit der Behauptung, daß ihm eine beſſere Einrichtung beygefallen wäre, ehe er etwas vom Newtonſchen Teleſcop erfahren hätte. Sein Teleſcop iſt dem eben beſchriebenen Gregoryaniſchen ſonſt ganz ähnlich, nur braucht er ſtatt des kleinen Hohlſpiegels einen erhabenen Spiegel DE, der die vom großen Hohlſpiegel AB herkommenden Strahlen noch vor ihrer Vereinigung auffängt, und zwiſchen beyden Spiegeln ein verkehrt liegendes Bild $\pi\varkappa$ macht, welches durch ein erhabenes Ocularglas HI geſehen wird. Die Entfernung des erhabenen Spiegels DFE von dem Bilde qr, welches der Hohlſpiegel machen würde, muß kleiner als des erhabenen Spiegels Brennweite seyn: und wenn die Entfernung $F\pi$ des Bildes $\pi\varkappa$ vom erhabenen Spiegel größer iſt, als

90. Fig.

 die

die Entfernung $K\pi$ eben dieſes Bildes vom Augenglaſe HI, welche für weitſichtige Augen der Brennweite des Glaſes gleich ſeyn muß; ſo übertrift die Vergrößerungszahl noch den Quotienten der gefunden wird, wenn man die Brennweite des Hohlſpiegels mit der Entfernung Fp des Bildes qr, das der Hohlſpiegel machen würde, vom convexen Spiegel dividirt. Um die Vergrößſerungszahl zu erhalten, wird der erwehnte Quotient noch mit einem andern multiplicirt, den man erhält, wenn die Entfernung $F\pi$ des Bildes $\pi\varkappa$ vom convexen Spiegel mit der Brennweite des Augenglaſes dividirt wird.

403. §.

Die Undeutlichkeit des Bildes, welche bey Spiegeln von der ſphäriſchen Geſtalt herrührt, hängt hier ebenfalls von der Brennweite ab, wenn die Vergrößerungszahl dieſelbe bleiben ſoll. Bey gleicher Vergrößerung aber kann die Brennweite des Hohlſpiegels viel kürzer ſeyn, als die Brennweite des einfachen Objectivglaſes, ohne daß beym Gebrauch des Spiegelteleſcops das Object undeutlicher erſcheine: um deßwillen kann das Spiegelteleſcop bey ſtarken Vergrößerungen vielmal kürzer ſeyn, als das gemeine Fernrohr mit dem einfachen Objectivglaſe, wie die nachſtehende kleine Tafel zur Probe zeiget.

Vergrößerung.	Länge des Spiegeltel.	Länge des gem. Fernrohrs.
36	½ Fuß	3 Fuß
60	1 —	9 —
100	2 —	25 —
140	3 —	50 —
170	4 —	70 —
200	5 —	100 —

Das machte die Spiegelteleſcope vorzüglich beliebt, ſo lange die achromatiſchen Fernröhre noch nicht erfunden waren, die ihnen doch nun den Vorzug wieder ſtreitig machen. Die metallenen Spiegel, wenn ſie bey etwas feuchter Luft gebraucht werden, verlieren ſehr leicht ihre Politur, weil ſie ſehr leicht anlaufen. Sie ſtellen überdem auch nur ein kleines Geſichtsfeld und das Object ſelbſt, wofern es nicht für ſich ſtark leuchtend iſt, nicht recht hinlänglich helle vor. Ein achromatiſches Fernrohr, wenn es mit dem vollkommenſten dreyfachen Objectiv verſehen iſt, kann eben ſo ſtark vergrößern, als ein Spiegelteleſcop von gleicher Länge. Es hat in Anſehung der Größe des Geſichtsfeldes, der Deutlichkeit und Helligkeit, vor demſelben noch Vorzüge, wenn damit mehrere Oculare geſchickt verbunden ſind, weil ein Ocular allein nicht hinlänglich iſt, um die Erſcheinung des Gegenſtandes völlig farbenlos zu machen. Auch alsdenn ſchon, wenn das Objectiv nur gedoppelt iſt, kann das Fernrohr bey den eben erwähnten Vorzügen ſo ſtark vergrößern, als ein Spiegelteleſcop, oder ein achromatiſches mit dem

dreyfachen Objectiv verſehenes Fernrohr, von halb ſo großer länge.

404. §.

Alle bisher beſchriebene optiſche Vergrößerungswerkzeuge haben die Einrichtung, daß man das Object ſelbſt entweder durch Gläſer allein, oder durch Gläſer mit Spiegeln verbunden ſiehet: außer dieſen hat man auch andre, welche im finſtern Zimmer das Bild eines Objects größer darſtellen, als das Object dem Auge erſcheint. Hieher gehöret die vom **Athanaſius Kircher** erfundene nunmehro ſchon überall ziemlich bekannt gewordene **Zauberlaterne**, welche die Einrichtung hat, daß durchſichtige auf dünnen Glastafeln gemahlte Bilder ſtatt der Gegenſtände dienen, die man von der einen Seite her hinlänglich erleuchtet. Das durchſcheinende licht fängt man an der andern Seite mit einem linſenglaſe in einer ſolchen Entfernung von dem gemahlten Bilde auf, welche die Brennweite des Glaſes wenig übertrift; ſo bringt das in der Glaslinſe gebrochene licht in einer größern Entfernung der Regel des 367. §. gemäß ein vergrößertes Bild zuwege, das man mit einer weißen Fläche auffängt, wozu auch eine weiße Wand des Zimmers ſelbſt dienen kann. Es muß in ſolcher Abſicht in einer verſchloſſenen laterne eine ſtarke lampe brennen. An der einen Seite iſt mit der laterne eine Röhre verbunden, worin die linſe gehörig eingeſetzt iſt, mit der Einrichtung, daß man die Glastafel mit dem gemahl-

mahlten Bilde zwiſchen der Lichtflamme, und der Glaslinſe einſchieben kann. An der andern Seite der Lichtflamme, der Röhre gegenüber, wird in der Laterne ein Hohlſpiegel angebracht, der die gemahlten Bilder ſtärker zu erleuchten dient, wenn die Entfernung der Lichtflamme von der Mitte des Spiegels ſeiner Brennweite gleich iſt. Die Röhre ſetzt man auch wohl aus zweyen Stücken zuſammen, die ſich in einander verſchieben laſſen, damit man die Entfernung der Linſe von dem auf Glas gemahlten Bilde nach Gefallen ändern könne. Statt einer Glaslinſe allein können auch zwey hinter einander geſtellte Linſen dienen. Alsdenn iſt die Entfernung des Gemähldes von der nächſten Linſe kleiner als ihre Brennweite, und das Licht wird darin durch die Brechung zerſtreuet. Auf die zweyte Linſe fällt es alſo in einer ſolchen Lage, als wenn es von dem geometriſchen Bilde der erſten Linſe herkäme: demnach muß die Entfernung zwiſchen dieſem geometriſchen Bilde, was die erſte Linſe macht, und der zweyten Linſe größer ſeyn, als die Brennweite der zweyten Linſe, damit das Licht ſich hinter derſelben in einem phyſiſchen Bilde wieder vereinigen kann.

Herr von **Wolff** äußert ſchon im dritten Theil ſeiner **Nützlichen Verſuche**, der im Jahr 1723 gedruckt iſt, im VIII. Cap. 114. §. 505. S. den Gedanken, daß man nach der Art der Zauberlaterne ein Vergrößerungswerkzeug verfertigen könne, um von ganz kleinen durchſichtigen und hinlänglich erleuchteten Sachen ein ſtark vergrößer-

ßertes Bild im finſtern Zimmer darzuſtellen. So-viel man weiß, hat jedoch zuerſt H. Lieberkühn im Jahr 1738 oder 1739 ein ſolches Vergröße-rungswerkzeug ſelbſt verfertiget, und im Winter des Jahres 1739 verſchiedenen Mitgliedern der Königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften bey ſei-nem damaligen Aufenthalt in London vorgezeiget Weil die Einrichtung ſo iſt, daß man das ganze Werkzeug im Fenſterladen des finſtern Zimmers befeſtigen, und das Object mit dem Sonnenlicht erleuchten kann, welches mit einem ebenen Spie-gel aufgefangen wird, der ſich in jede dazu nö-thige Lage bringet läſſet; ſo hat es den Namen des Sonnenmicroſcops erhalten. Das Son-nenlicht wird vom Spiegel durch eine Glaslinſe auf das kleine Object geworfen, deſſen Entfer-nung von der Linſe etwas kleiner als die Brenn-weite ſeyn muß, damit es ſtark erleuchtet, aber nicht zu ſehr erhitzt werde. Vom Object fällt das Licht weiter durch eine kleine microſcopiſche Glas-linſe, deren Entfernung vom Object nur wenig größer als ihre Brennweite iſt: ſo erſcheint das Bild in der gehörigen Entfernung ſehr ſtark ver-größert, und dennoch helle genug, wegen der ſtarken Erleuchtung, die das Object vom Son-nenlicht erhält. (M. ſ. hievon auch meine An-fangsgründe der Math. Wiſſenſchaften im 3ten Theil den letzten Abſchnitt).

405. §

Die Vorſtellung, daß das Licht kein wirklicher Ausfluß aus den leuchtenden Körpern ſey, ſon-

dern

dern vielmehr in ſehr ſchnellen Schwingungen einer ungemein zarten höchſtelaſtiſchen flüſſigen Maſſe beſtehe, die man Aether nennt, hat viel einnehmendes. Die Art wie ſich das Licht durch den Aether ausbreitet, wovon man annimmt, daß derſelbe durch den ganzen Weltraum vertheilt ſey, hat nach dieſer Vorſtellung die größte Aehnlichkeit mit der Art, wie ſich der Schall durch die atmoſphäriſche die Erde überall umgebende Luft ausbreitet: auch würde alsdenn die Art, wie wir das Licht empfinden, derjenigen ganz ähnlich ſeyn, wie wir den Schall empfinden. Huygen hat ſich darüber in ſeinem Tractatu de lumine ſchon ſo erklärt. (M. ſ. Hugenii Opera Reliqua vol. I. pag. 1. ſqq.) und Herr **Leonh. Euler** hat in ſeinen Opuſculis varii argumenti, Berol. 1746. pag 169 ſqq. ſich alle Mühe gegeben, nicht allein die gradlinichte Ausbreitung des Lichts nach allen Seiten, ſondern auch die Erſcheinungen der Zurückwerfung und Brechung, ſo wie die Erſcheinungen der Farben dieſer Vorſtellung gemäß zu erklären. Wer aber Herrn Euler hier folgen will, muß in der höhern Mathematik geübt ſeyn. Eben das Syſtem, welches das Licht dem Schall ähnlich macht, iſt im 1ſten **Theil der Briefe an eine deutſche Prinzeſſin über verſchiedene Gegenſtände aus der Phyſik und Philoſophie**, auch für andre Liebhaber der Naturlehre faßlich vorgetragen.

Man

Man kann in der That nicht behaupten, daß Euler, der das Emanationsſyſtem des Newton beſtreitet, dieß widerlegt habe. Die Schwierigkeiten die er in demſelben findet, treffen auch ſeine Theorie, und zwar noch mehr. Anderer Einwürfe nicht zu gedenken, ſo breitet ſich das Licht, das durch eine kleine Oefnung in ein finſteres Zimmer fällt, nicht ſo aus, als der Schall, oder die Schläge und Wellen eines elaſtiſchen Mediums, die hinter einer ſolchen Oefnung ſich nicht blos in einer einzigen geraden Linie fortpflanzen, ſondern nach allen Seiten zu ausbreiten. Hr. Gehler (phyſikal. Wörterb. Th. II. S. 901.) führt hierbey ein ſehr paſſendes Beyſpiel an. Wenn man durch ein Blaſerohr redet, ſo hört jedermann die Worte ſo, als ob ſie am Ende des Rohrs ausgeſprochen würden; der Schall verbreitet ſich hier offenbar von der Oefnung aus nach allen Seiten, ob er gleich im Rohre nur ſelbſt nach der geraden Linie fortgehen kann, ein Licht aber ſieht man doch durch ein ſolches Rohr nicht anders, als wenn das Auge in der verlängerten Axe des Rohrs ſteht.

Neuere chemiſche Unterſuchungen über das Feuer und ſeine Entwickelung aus den Körpern, ſprechen in der That für das Emanationsſyſtem und für das Daſeyn einer Lichtmaterie. Die Miſchungsveränderung ſehr vieler Körper im Sonnenlichte, auch beym Ausſchluß der Luft in durchſichtigen Gläſern, die Entwickelung der dephlogiſtiſirten Luft aus Pflanzen im Sonnenſcheine, das Schwarzwerden des weißen Silberkalks im Tageslichte, der Mangel der grünen Farbe bey Pflanzen, die im Dunkeln wachſen, u. d. g. m. machen die Lehre von einer eigenen Lichtmatere den Chemiſten wahrſcheinlicher, als die eines Aethers. Man iſt dann aber auch genöthiget anzunehmen, daß die Lichtmaterie eben ſo, wie andere bekannte einfache Materien, ſich mit andern ungleichartigen Beſtand-

ſtandtheilen der Körper chemiſch vereinigen, oder daß ſie gebunden werden könne, wo ſie nicht mehr ihre Eigenthümlichkeit zeigt, und alſo von der freyen oder bewegten Lichtmaterie unterſchieden werden müſſe. Man wird dieſe Meynung um ſo weniger unwahrſcheinlich finden, wenn man erwägt, daß alle übrige bekannten elementariſchen Stoffe in der Natur der Geſetze der Cohäſion und Wahlanziehung unterworfen ſind. Von dem Unterſchiede der Materie des Lichts vom Wärmeſtoff, und von der Frage; ob ſie den Geſetz der Gravitation unterworfen ſind, werde ich in der Folge noch das Nöthige anführen.

G.

406. §.

Die im 318 §. gegebene Regel, wie die Geſchwindigkeit in der Fortpflanzung des Schalles gefunden wird, ließe ſich auch anwenden, um die Geſchwindigkeit in der Fortpflanzung des Lichts zu finden, wenn die Elaſticität und Dichtigkeit der Lichtmaſſe bekannt wäre, die H. Euler Aether nennt. Man müßte die Höhe der Säule einer gleichförmig dichten und ſchweren flüſſigen Maſſe ſuchen, die mit der Federkraft des Aethers das Gleichgewicht hielte, wenn die Dichtigkeit jener flüſſigen Maſſe der Dichtigkeit des Aethers gleich wäre. Die Höhe einer ſolchen ſchweren Aetherſäule würde man finden, wenn man die Höhe einer gleichförmig dichten Luftſäule von gleicher Dichtigkeit mit der untern Luft nahe an der Erdfläche 1) mit der Zahl multiplicirte, welche ausdrückte, wievielmal der Aether elaſtiſcher als die Luft iſt, und 2) mit der

Zahl,

Zahl, welche ausdrückte, wievielmal die Dichtigkeit des Aethers in der Dichtigkeit der Luft enthalten iſt. Die Geſchwindigkeit, welche ein ſchwerer Körper erlangen würde, wenn er von einer ſo großen Höhe herabfiele, würde der Geſchwindigkeit des Lichts gleich ſeyn.

Man kann aber weder die Elaſticität, noch die Dichtigkeit der Lichtmaſſe mit der Dichtigkeit der Luft vergleichen, weil beyde ganz unbekannt ſind: alſo bleibt nichts übrig, als daß man die Geſchwindigkeit des Lichts aus der Erfahrung zu finden ſuche. Beobachtungen darüber auf der Erde hat man gar nicht anſtellen können, und man würde noch nicht mit Sicherheit wiſſen, ob die Fortpflanzung des Lichts plötzlich ohne allen Zeitverluſt, oder allmählig in einer gewiſſen Zeit erfolge; wenn nicht die Aſtronomen durch die fleiſſigſten und ſchärfſten Beobachtungen der Fixſterne und der Jupitersmonden wären in den Stand geſetzt worden, daraus den Schluß zu ziehen, daß das Licht in einer Zeit von etwa 8 Minuten einen Weg zurück lege, der ſo groß iſt, als die Entfernung der Sonne von der Erde.

Dieſe Entfernung beträgt mehr als 23000 halbe Erddurchmeſſer, wovon jeder 860 geographiſche Meilen groß iſt. Jede dieſer Meilen hält 23629 Rheinl. Fuß. In einer Minute legt alſo das Licht 2875 halbe Erddurchmeſſer, und in einer Secunde 48 halbe Erddurchmeſſer, mithin

41280 Meilen, oder 975405120 Rheinl. Fuß zurück. Die Geſchwindigkeit des Schalles beträgt 1040 Pariſer, oder 1076 Rheinl. Fuß: alſo iſt die Geſchwindigkeit des Lichts 906510 mal größer als die Geſchwindigkeit des Schalles. Wenn der Aether 1000mal elaſtiſcher wäre, als die Luft unten an der Erdfläche iſt; ſo müßte ſeine Dichtigkeit mehr denn 810000000mal geringer ſeyn, als die Dichtigkeit der Luft, wenn nach der vorhin erwehnten Regel die Geſchwindigkeit des Lichts ſovielmal größer als die Geſchwindigkeit des Schalles gefunden werden ſollte.

407. §.

Ein vollſtändiges phyſiſches Lehrbuch müßte noch manche intereſſante Unterſuchungen über die Ausmeſſung der Stärke des Lichts enthalten, nicht allein wenn es ſich in graden Linien ausbreitet, ſondern auch wenn es von polirten oder unpolirten Flächen zurückſtrahlet, oder durchſichtige Maſſen durchdringet. Auch würden hieher Unterſuchungen darüber gehören, wie man den Glanz mehrerer für ſich leuchtender Körper, oder auch die Klarheit ſolcher, die mit fremden Licht glänzen, ausmeſſen könne; wie man über den ſcheinbaren Glanz, oder die ſcheinbare Klarheit für ſich leuchtender Körper richtig urtheilen müſſe, ſowol wenn ſie für ſich grade zu, als auch wenn ſie durch Gläſer und Spiegel vergrößert geſehen werden. Wegen der hier nothwendigen Kürze aber, und

beſonders auch um deswillen, haben dieſe Lehren hier nicht vorgetragen werden können, weil alles dahin gehörige nunmehro ſchon die Form einer eigenen optiſchen Wiſſenſchaft erhalten hat, die unter dem Namen der **Photometrie** am gründlichſten als ein beſonderer Theil der Angewandten Mathematik abgehandelt werden kann. Am meiſten haben ſich die Herrn **Bouguer** und **Lambert** um dieſe Wiſſenſchaft verdient gemacht, und man findet den größten Theil deſſen, was in dieſer Wiſſenſchaft von ihnen iſt geleiſtet worden, im **8ten Theil meines Lehrbegriffes der geſammten Mathematik.** Der 3te Band meiner **Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften** enthält ebenfalls die Gründe dieſer noch ganz neuen Wiſſenſchaft mit ſovielen Anwendungen davon, beſonders bey Berechnung der Wirkung optiſcher Werkzeuge, als ohne Gebrauch der höhern Mathematik davon vorgetragen werden konnte.

Der XIX. Abſchnitt.

Von der Wärme und Kälte, auch vom Thermometer und deſſen Gebrauch.

408. §.

Die leuchtenden Körper bringen in ſehr vielen Fällen auch noch eine andre Art von Empfin-

pfindungen in uns zuwege, als diejenige, welche das umherſtrahlende Licht verurſachet. Sie verbreiten auf ähnliche Art Wärme um ſich her, und das, was mir Wärme nennen, empfinden wir nur durchs Gefühl, ſo wie das Licht nur durchs Geſicht empfunden wird. Das was wir für die Urſache der Wärme halten, nennen wir Feuer, und ſagen vom feurigen Körper, daß er erwärme, wie wir vom leuchtenden Körper ſagen, daß er erleuchte. Die Sonne thut, ſoviel wir urtheilen können, beydes, ſie erleuchtet und erwärmet: eben das thut jede gemeine Licht- und Feuerflamme, und jeder glühende Körper. Es kommt uns nicht anders vor, als wenn ſich die Wärme von jedem feurigen Körper, eben ſo wie das Licht von dem leuchtenden, nach allen Seiten in graden Linien ausbreitete. Was ſolchergeſtalt auf unſer Gefühl wirkt, iſt ohne Zweifel etwas körperliches, es ſey nun, daß aus dem feurigen Körper wirklich Feuertheilchen nach allen Seiten hin ausflieſſen, oder daß eine eigene Feuermaterie, ein Elementarfeuer, durch den ganzen Weltraum vielleicht vertheilt iſt, die von der Sonne und andern feurigen Körpern in Wirkſamkeit geſetzt wird. Man kann wenigſtens ſo reden, wie uns die Sache vorkommt: die Sonenwärme breitet ſich nach ähnlichen Geſetzen aus, wie das Sonnenlicht.

Um die in neuern Zeiten veranlaßten wichtigen Un- Unterſuchungen über Wärme, ihre mannichfaltige Vertheilung, Bindung und Entbindung im Zuſammen-

hange geben zu können, werde ich die zu dieſem Abſchnitt nöthigen Bemerkungen am Ende deſſelben mittheilen, da ohnedem dazu erſt die Lehre von den Thermometern vorangeſchickt werden muß.

G.

409. §.

Wenn ſolchergeſtalt die Feuertheilchen bey ihrer Ausbreitung nach allen Seiten auf andre körperliche Maſſen treffen, ſo dringen ſie zum Theil in dieſe hinein, prallen aber auch zum Theil eben ſo wie der Schall und das Licht nach dem allgemeinen Geſetz **unter einem Winkel zurück, der dem Einfallswinkel gleich iſt.** Die Sonnenſtrahlen ſcheinen darin ganz was eigenes zu haben, daß Licht und Wärme in ihnen vereiniget bleibt, wenn ſie auch durch Glas und andre durchſichtige Maſſen hindurch gehen. Dagegen ſcheint es, als wenn das Glas und andre durchſichtige Maſſen das Licht des gemeinen irdiſchen Feuers von der übrigen Wärme abſondern, indem ſie das Licht zum Theil zurückwerfen, zum Theil durchlaſſen, die Wärme aber aufhalten, welche alsdenn in die Maſſe ſelbſt nach und nach hineindringt, und ſich darin überall umher vertheilt. Man iſt gegen das ſtärkſte Caminfeuer geſchützt, wenn man eine ſehr durchſichtige Glastafel vors Geſicht hält, ſo lange das Glas nicht ſelbſt nach und nach erwärmt wird. Dagegen hat die Erfahrung längſt gelehret, daß die Wärme auch von feſten Flächen ſchnell zurück geworfen werde, und man

ſucht

ſucht eben darum den Wänden eines Camins eine ſolche Figur zu geben, daß eine große Menge von den zurückgeworfenen Feuerſtrahlen ſich überall im Zimmer vertheilen müſſe. Mit einem Brennſpiegel kann man die Hitze eines Kohlenfeuers auffangen: und damit Zunder oder Schwefelfaden im Brennraum des Spiegels anzünden: allein im Brennraum eines Brennglaſes, wenn man es eben ſo braucht, und die Hitze eines ſtarken Ofenfeuers darauf fallen läſſet, wird nicht die geringſte Wärme zuwege gebracht.

410. §.

Was bey Ausmeſſung des Lichts, wenn es auf die äußere Fläche eines dunkeln Körpers fällt, und ſelbige erleuchtet, **auffallende Lichtmenge, Erleuchtung** und **Klarheit** der erleuchteten Fläche iſt, das ſind bey Ausmeſſung der Stärke des Feuers auffallende Feuermenge, Erwärmung, und **mitgetheilte Wärme** oder **Hitze**. Bey für ſich feurigen Körpern iſt **eigene urſprüngliche Hitze oder Wärme**, das, was man bey für ſich leuchtenden Körpern den eigenen oder urſprünglichen Glanz nennet: aber auch die Hitze, welche ein für ſich kalter Körper anders woher erlangt hat, breitet ſich von demſelben nach allen Seiten wieder aus, und hat alle Aehnlichkeit mit der Klarheit oder dem entfernten Glanz anderswoher erleuchteter für ſich dunkler Körper. Es muß demnach möglich ſeyn, die Stärke des Feuers

die eigene oder anderswoher empfangene Hi-
tze, auffallende Feuermenge, und Erwärmung
nach ähnlichen Regeln auszumeſſen, wie den
Gründen der Photometrie gemäß die Stärke des
Lichts ausgemeſſen werden kann, und Herr **Lam-
bert** hat würklich die hieher gehörigen Lehren unter
dem Namen der **Pyrometrie** in einen wiſſen-
ſchaftlichen Zuſammenhang gebracht. Das hie-
her gehörige Werk iſt zwar allererſt nach ſeinem
Tode unter dem Titel: **Joh. Heinr. Lamberts
Pyrometrie, oder vom Maaße des Feuers
und der Wärme,** zu **Berlin** im Jahr 1779 im
Haude und Speneriſchen Verlage heraus gekom-
men; es iſt aber doch ganz ſeine eigene Arbeit,
und vor ſeinem erfolgten Ableben völlig ausgear-
beitet dem Druck übergeben worden.

411. §.

Was **Klarheit** einer erleuchteten Fläche heißt,
das hängt ab von der Menge des zurückgehenden
und nach allen Seiten wieder umherſtrahlenden
Lichts; bey der Erwärmung aber kömmt es haupt-
ſächlich auf die Strahlen an, die nicht nur auf-
fallen, ſondern auch in die Maſſe des Körpers
hineindringen. Wenn das Licht auf einem für
ſich dunkeln Körper fällt, ſo iſt in demſelben Au-
genblick der Erfolg ganz da, welchen man unter
dem Namen der **Erleuchtung** und **Klarheit**
der erleuchteten Fläche als eine Wirkung des auf-
fallenden Lichts betrachtet. Auch fällt die bis-
he-

herige Erleuchtung und die davon abhängende Klarheit der erleuchteten Fläche in demſelben Augenblick ganz wieder weg, wenn ihr alles Licht, was vorher darauf fiel, wieder entzogen wird; es möchten dann der Bononiſche Stein, der Balduiniſche und Marggrafiſche Phosphorus, vielleicht auch noch andere Maſſen, von welchen es ſcheint, daß ſie das Licht einſaugen, weil ſie im Dunkeln noch einige Zeit zu leuchten fortfahren, einige Ausnahmen von der allgemeinen Regel abgeben. Dagegen wird die Maſſe des für ſich nicht feurigen Körpers, wenn derſelbe mehrerer Wärme oder Hitze, als er ſelbſt hatte, ausgeſetzt iſt, nach und nach wärmer: auch umgekehrt, wenn ihm die äußere Wärme oder Hitze iſt entzogen worden, ſo erkältet er nach und nach. Demnach hängt die Erwärmung der Maſſe eines Körpers von der Zeit ab, und eben ſo umgekehrt ſeine Erkältung, wenn er ſich in einem Raum befindet, der weniger Wärme, als er ſelbſt hat. Es bedarf Zeit, bevor die Wärme in die Maſſe hineindringen, und ſich in derſelben nach allen Seiten durch den von der Maſſe ausgefüllten Raum vertheilen kann: auch umgekehrt bedarf es Zeit, bevor die Wärme aus der Maſſe wieder heraustreten, und in andre nicht ſo warme Maſſen, die vielleicht jene umgeben, hineindringen kann. Hiebey kommt es mit auf die Größe des wärmer werdenden oder erkältenden Körpers an, auch auf die Dichtigkeit und übrige phyſiſche Beſchaffenheit ſeiner Maſſe.

412. §.

Eine der bekannteſten Wirkungen der Wärme beſteht darin, daß ſie feſte und flüſſige Maſſen in einen größern Raum ausdehnet: bey abnehmender Wärme zieht ſich alsdenn die Maſſe in einen engern Raum wieder zuſammen. Dieſe Wirkung iſt jedoch ihrer Größe nach ſehr verſchieden, nachdem die Maſſen ſelbſt verſchieden ſind. Bey feſten Maſſen iſt dieſe Aendrung des Raums, den ſie einnehmen, wenn ſie mehr oder weniger erwärmt werden, ſehr wenig merklich, flüſſige Maſſen werden dagegen ſchon von mäßigen Graden der Wärme beträchtlich ausgedehnt, und von der Luft hat es oben (203. §.) ſchon bemerkt werden müſſen. Dieſe Ausdehnung der Maſſen in einen größern Raum hat eine Aenderung ihres ſpecifiſchen Gewichts zur Folge, welches ſich beſonders bey flüſſigen Maſſen unter andern auch daran bemerken läſſet, daß eine Senkwage in einerley flüſſigen Maſſe tiefer ſinkt, wenn ſie erwärmt wird. Kleine hohle Glaskugeln, die im kalten Brantewein ſchwimmen, ſinken darin zu Boden, wenn man den Brantewein wärmer macht. Bey feſten Maſſen läßt ſich die mehrere Ausdehnung unter andern dadurch bemerklich machen daß man metallne Kugeln, die bey der gewöhnlichen Temperatur durch ein kreisrundes Loch in einer Platte fallen, ſtark erhitzt, und dadurch zuwege bringet, daß ſie über dem Loch liegen bleiben, bis ſie allererſt erkältet wieder hindurch

fallen. Zugleich erklåren ſich daher allerley andre Erſcheinungen. Bey mehrerer Wårme erfolgen die Auflöſungen in kürzerer Zeit, als bey minderer Wårme; einerley Pendel macht im Sommer langſamere Schwünge, als im Winter; ſehr ſchnell erhitztes Glas zerſpringt leicht, und ſtark glühender Stahl wird durch plötzliches Ablöſchen im kalten Waſſer hårter, durch bloßes Glühen aber weicher gemacht.

413. §.

Die mehrere oder mindere Wårme hat überdem oft den Erfolg, daß feſte Maſſen flüſſig, und umgekehrt flüſſige Maſſen feſt und hart werden. Metalle ſchmelzen in der Hitze, und Waſſer friert in der Kålte zu Eis. Geringere Wårme in Vergleichung mit einer größern Wårme nennen wir vornemlich alsdenn Kålte, wenn die Empfindung der mindern Wårme anfångt für unſer Gefühl ſchmerzhaft zu werden. Es ſcheint ſonſt, daß ſich das Schmelzen feſter Maſſen in der Hitze, und das Gefrieren flüſſiger Maſſen in der Kålte leicht aus der ſtårkern Ausdehnung in jenem, und der ſtårkern Zuſammenziehung in dieſem Fall erklåren laſſe, wenn nur nicht außer einigen andern Erfahrungen auch dieſe entgegen wåre, daß gleichwohl das Waſſer in dem Augenblick des Gefrierens eine plötzliche Ausdehnung erleidet. Daher iſt Eis ſpeciſiſch leichter als Waſſer, ohngefehr in dem Verhåltniß 8:9. Bey

eben dieſer ſchnellen Ausdehnung des Waſſers in dem Augenblick des Gefrierens äußert daſſelbe eine große Gewalt. Gläſerne Gefäße mit Waſſer angefüllt darf man dem Froſt nicht ohne Gefahr, daß ſie zerſpringen werden, ausſetzen, auch wenn ſie nicht verſchloſſen ſind. Aber auch ſelbſt ſtarke metallene mit Waſſer angefüllte und dichtverſchloſſene Gefäße zerſpringen, wenn man ſie dem Froſt ausſetzt, und die Erfahrung lehrt, daß der Froſt manche ähnliche gewaltſame Wirkungen hervorbringt, die beſonders beym Waſſerbau ſehr nachtheilige Folgen haben können. Verſchiedene Naturforſcher ſind daher geneigt, den Froſt für einen Erfolg zu halten, der nicht von der Beraubung der Wärme allein herrühren könne, ſondern das Daſeyn einer eigenen **Froſtmaterie** beweiſe.

414. §.

Waſſer, wenn es in einem verſchloſſenen Gefäß, oder ſtatt deſſen auch nur an ſeiner Oberfläche mit Oel bedeckt der Froſtluft ausgeſetzt wird, kann etwas mehr Kälte ertragen, bevor es zu Eis friert, als anderes Waſſer, deſſen Oberfläche von der Luft frey berührt wird. Das Gefrieren wird durch Erſchütterung des Gefäßes befördert: auch ſchon dadurch, daß man durch das auf dem Waſſer ſchwimmende Oel einen Drat ſteckt, der bis ins Waſſer reicht. In verdünnter Luft hat man einen ähnlichen Erfolg beobachtet, und alle dergleichen Erſcheinungen glaubt man am beſten

zu

zu erklären, wenn angenommen wird, daß zur Erzeugung des Eiſes der freye Zugang einer Froſtmaterie erfordert werde. Vornemlich glaubt man dieſe unter den Beſtandtheilen der Salze anzutreffen, weil Schnee oder zerſtoßenes Eis mit Küchenſalz, Salmiack, oder Salpeter vermiſcht, Kälte und Froſt zuwege bringen, ſo daß vermittelſt eines Gefäßes voll geſalzenen Schnee-Waſſer ſelbſt über dem Feuer in Eis verwandelt werden kann. Man mag der Meinung dieſer Naturforſcher beytreten, oder dafür halten, daß dieſer Erfolg auch begreiflich ſey, wenn nur angenommen wird, daß während der Auflöſung des Salzes die Elementarfeuertheilchen aus dem Waſſer vertrieben werden: ſo bleibt es doch allemal ſchwer zu erklären, daß Schnee mit Salz vermiſcht, indem der Schnee ſchmelzt, kälter wird, und daß die ſo zuwege gebrachte künſtliche Kälte ſo lange nur anhält, bis die Auflöſung des Salzes völlig geſchehen iſt. Auch Salpetergeiſt mit Schnee vermiſcht bringt eine ſehr ſtarke künſtliche Kälte zuwege, da er doch mit Waſſer vermiſcht demſelben Wärme mittheilt.

415. §.

So wie die allmählige Zuſammenziehung und mehrere Verdichtung einer flüſſigen Maſſe bey zunehmender Kälte ihre Gränzen hat, und ſich damit plötzlich endiget, daß die Maſſe bey einem beſtimmten Grade der Kälte in eine l mehr oder

weniger feſte Maſſe übergeht; ſo hat auch die allmählige Ausdehnung einer ſolchen flüſſigen Maſſe bey zunehmender Wärme ihre Gränzen Dieſe endiget ſich ebenfalls plötzlich damit, daß die flüſſige Maſſe bey einem beſtimmten Grade der Hitze zu ſieden anfängt, und nun ohne noch höhere Grade der Hitze anzunehmen in Dämpfen verfliegt. Dieſe Dämpfe haben eine ſehr große Elaſticität, und von der ungemein ſtarken Elaſticität der Dämpfe des kochenden Waſſers zeuget die Wirkung der bekannten **Dampfkugel** und des Waſſers, das man auf im Feuer fließende Metalle gießt, auch die kleinen gläſernen Petarden, welche man in der Lichtflamme oder auf glühenden Kohlen zerſpringen läſſet. Dieſe Dämpfe fließen wieder zuſammen, wenn ſie abkühlen, wovon man im Winter in eingeheizten Zimmern täglich den Erfolg ſiehet, wenn die Dämpfe von warmen Speiſen, ſiedenden Theewaſſer, und dergleichen mehr, ſich an den kalten Fenſterſcheiben wieder verdichten.

416. §.

Jeder Körper, der entweder ſelbſt im Feuer liegt, oder von einer andern warmen Maſſe von allen Seiten umgeben iſt, wird ſo lange nach und nach wärmer, als die Wärme der ihn umgebenden Maſſe ſeine eigene Wärme, die er ſchon hat, übertrift. Wenn dagegen der Körper ſelbſt wärmer iſt, als die von allen Seiten ihn umgebende Maſſe, ſo nimmt die Wärme des Körpers

nach

nach und nach ſo lange ab, bis ſeine eigene Wärme der Wärme der ihn umgebenden Maſſe gleich geworden iſt. Wenn alſo ein Körper nicht ſelbſt im Feuer, aber doch demſelben ſo nahe liegt, daß es ihm noch Wärme mittheilen kann, ohne daß der Maſſe, welche den Körper umgiebt, zugleich eben ſo viele Wärme mitgetheilt wird; ſo iſt mit der Erwärmung des Körpers zugleich eine Erkältung verbunden, weil derſelbe der ihn umgebenden kältern Maſſe einen Theil der ſchon erlangten Wärme beſtändig wieder mittheilt. Ein Körper, der den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt iſt, wird zwar erwärmt, verliert aber zugleich beſtändig etwas Wärme, die er der ihn umgebenden kältern Luft mittheilt. Die Geſetze nach welchen die Größe der Erwärmung oder der Erkältung von der Zeit, von der Größe des Körpers und von der Beſchaffenheit ſeiner Maſſe abhängt, laſſen ſich hier mit ihren Anwendungen nicht vortragen. Wer in den Kunſtgriffen der mathematiſchen Analyſis geübt iſt, wird mit Vergnügen H. **Lamberts** oben ſchon angeführte **Pyrometrie** darüber zu Rath ziehen Auch gehört dahin ein Aufſatz von Herrn **Lambert** De vi coloris qua corpora dilatat, ejusque dimenſione, in den Actis Helveticis vol. II. pag. 172. ſqq Vorher hatte H. **Newton** die Gründe der Theorie von der Erwärmung und Erkältung ſchon gröſtentheils richtig feſtgeſetzt. M. ſ. davon Newtoni Opuſcula collecta a Ioh. Caſtillioneo, Lauſannæ et Genevæ 1744. Tom. II. Opuſc. XXI. pag. 422, auch Newtoni Phil. Nat. Prin-

Principia Mathematica, Edit. le Sueur et Iacquier Lib. III. Prop. VIII. Cor. IV. Tom III. Part. I. pag. 51, und Prop. XLI. das beygefügte Exempel Tom. III. Part. II. pag. 640.

417. §.

Wenn bey einer gewiſſen Maſſe in der Natur das Geſetz mit Sicherheit bekannt wäre, nach welchem der Raum, den eine beſtimmte Menge dieſer Maſſe einnimmt, von der Wärme abhängt, der ſie ausgeſetzt iſt; ſo ließe ſich daraus ein Werkzeug verfertigen, welches ungleiche Grade der Wärme mit einander zu vergleichen dienen und von dieſem Gebrauch den Namen eines **Wärmemeſſers** oder **Thermometers** führen könnte. Es iſt aber auch gewöhnlich, ein Werkzeug ſchon ſo zu nennen, wenn es nur dazu dient, Aenderungen in der Wärme bemerklich zu machen, und uns zu verſichern, ein Grad der Wärme, dem das Werkzeug jetzt ausgeſetzt iſt, ſey eben derjenige, dem es ein andermal ausgeſetzt war. Weil flüſſige Maſſen von mäßigen Graden der Wärme ſtärker, als feſte Maſſen ausgedehnt werden, und weil man die Vergrößerung ihres Raums dadurch ſehr leicht bemerklich machen kann, daß man ſie in enge gläſerne Röhren einſchließet; ſo hat man beym gemeinen Gebrauch der Thermometer den flüſſigen Maſſen den Vorzug gegeben. Indeſſen hat man auch metallene Thermometer, die ſo eingerichtet ſind, daß die Aenderung in der Länge einer metallenen Stange

durch

durch ein Räderwerk empfindlicher gemacht wird: und wenn ſie dienen ſollen, ſehr große Grade der Hitze anzuzeigen, welchen man ein gläſernes Thermometer nicht ausſetzen könnte, ſo werden ſie auch **Pyrometer** genannt.

418. §.

Wenn man eine enge gläſerne Röhre AB, die 70. Fig. unten mit einer Kugel BD, oder ſtatt deſſen mit einem cylindriſchen Behältniß in Verbindung iſt, bis an eine gewiſſe Stelle der Röhre mit geſchwächtem Weingeiſt oder Queckſilber gefüllt hat; ſo ſteigt die flüſſige Maſſe in der Röhre höher, wenn man die Kugel erwärmt, und fällt tiefer herab, wenn die Kugel wieder erkältet. Eine ſolche Röhre mit der Kugel befeſtiget man an einer hölzernen oder metallenen Tafel, damit man an der Röhre Abtheilungen machen, und hiernächſt jedesmal die Stellen bemerken könne, bey welchen die höchſte Fläche des Weingeiſtes oder Queckſilbers in der Röhre ſtehen bleibt, nachdem das Werkzeug mehrerer oder minderer Wärme ausgeſetzt iſt. Dieſe Abtheilungen werden auf folgende Art geſucht.

Man ſtellet die Kugel mit dem untern Ende der Röhre in ſchmelzenden Schnee, oder in zerſtoßenes thauendes Eis, und bemerkt die Stelle der Röhre, wo die flüſſige Maſſe ſtehen bleibt, unter den Namen des **Froſtpuncts**. Nachher erwärmet man die Kugel und Röhre allmählig,

und taucht zuletzt die Kugel mit dem untern Ende der Röhre in ſiedendes Waſſer ein. Die Stelle, welche alsdenn das Queckſilber, oder der geſchwächte Weingeiſt oben anzeigt, heißt der **Siedepunct**, und wird ebenfalls genau an der Röhre bemerket.

419. §.

Wenn nun in der 70 Figur die Stelle PC den Froſtpuntt, uud PE den Siedepunct vorſtellet; ſo kommt die übrige Einrichtung des Thermometers nur noch darauf an, daß man den Abſtand CE, der der **Fundamentalabſtand** heißt, in eine gewiſſe Menge gleicher Theile eintheile. Nachdem man demſelben entweder 180, oder nur 80, oder 150 gleiche Theile giebt, nachdem erhält man die Fahrenheitiſche, oder die **Reaumürſche**, oder die **Delisliſche Scale**. Nach **Reaumur** ſetzt man beym Froſtpunct die 0, und zählt 80 Abtheilnngen oder hier ſo genannte **Thermometergrade** bis zum Siedepunct hinauf. Nach **Delisle** wird oben beym Siedepunct 0 geſetzt, und man zählet 150 Grade von oben herab, bis zum Froſtpunct. Nach Fahrenheit aber trägt man zuförderſt 32 ſolcher Abtheilungen, wovon 180 zwiſchen C und E liegen, unter den Siedepunct gegen die Kugel zu, und ſetzt dahin, wo ſich die 32ſte Abtheilung endiget, die Null: von dieſer Null an zählt man hiernächſt 212 Grade bis zum Siedepunct hinauf. Bis zu dieſer Stelle wo Fahrenheit die Null hinſetzt, ſinkt das Queckſilber in der Thermo-

mometerröhre, wenn die Kugel in einer Vermiſchung von Schnee und Salmiacſalz dem dadurch zuwege gebrachten künſtlichen Froſt ausgeſetzt iſt. Von andern Thermometerabtheilungen, und den Gründen, woher bald der eine Naturforſcher auf dieſe, bald ein andrer wieder auf eine andre Abtheilung verfallen iſt, findet man ſehr umſtändliche Nachrichten in des H. de Luc **Unterſuchungen über die Atmoſphäre und die zu Abmeſſung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge, im 1 Theil, 2te Abtheil. 2tes Capitel**, auch überdem in H. **Lamberts Pyrometrie, im 3ten und 4ten Hauptſt. des 2ten Theils.** M. ſ. auch meinen **Lehrbegriff der geſ. Math. im IV. Abſch. der Aeroſtat.** 336. u. f. S. und die **Anfangsgründe der Math. Wiſſenſch. V. Abſch. der Aeroſt.** 275. u. f. S.; (**Strohmeyers** Anleitung übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. **Roſenthals** Beyträge zur Lehre vom Barometer und Thermometer B. I. Goth. 1782. Deſſen vorläufige Nachricht von einem neuen Thermometer, und Barometer, nebſt Anleitung zu deſſen Gebrauch Deſſau 1782. Vorzüglich und ausführlich iſt **Lutz** vollſtändige und auf Erfahrung gegründete Anweiſung die die **Thermometer** zu verfertigen Nürnberg 1781. **Deſſen** Beſchreibung von allen ſo wohl bisher bekannten als auch einigen neuen **Barometern**; nebſt Anhang ſeine **Thermometer** betreffend. Nürnberg. 1784. **G.**)

420. §.

Die Temperatur des ſchmelzenden Schnees oder geſchabten Eiſes iſt ziemlich unveränderlich: es iſt grade die Temperatur der Luft, wobey der Froſt anfängt, wenn die Luft vorher wärmer geweſen iſt, oder wobey nach vorhergegangenen Froſtwetter, das Eis aufzuthauen anfängt. Die Hitze des ſiedenden Waſſers iſt dagegen nicht ſo ganz unveränderlich. Beym höhern Barometerſtande nimmt das ſiedende Waſſer etwas mehr Hitze an, als beym niedrigen Barometerſtande: deswegen muß man bey Thermometern, die völlig mit einander harmoniren ſollen, entweder nur zu ſolchen Zeiten den Siedepunct ſuchen, wenn das Barometer in einerley beſtimmten Höhe ſteht; oder man muß ein Mittel haben, aus der bey einer andern Barometerhöhe gefundenen Stelle des Siedepuncts die Stelle zu finden, die er bey jener ein für allemal beſtimmten Barometerhöhe erhalten hätte. Man nehme mit H. de Luc. (a. a. O. 2te Abtheil. 2tes Cap. §. 451. d.) die Barometerhöhe von 27 Zoll oder 324 Linien für diejenige zum Grunde, nach welcher der Siedepunct eines guten Thermometers regulirt ſeyn muß, und nenne den Abſtand des natürlichen Froſtpuncts vom Siedepunct, der bey der Barometerhöhe von 27 Zollen beſtimmt wird, den **Fundamentalabſtand**. Die Barometerhöhe, welche man zu der Zeit beobachtet, wenn das Thermometer gekocht wird, drücke man ebenfalls in Linien aus, und wenn ſie größer als 27 Zoll iſt,

ſo

ſo mache man einen Bruch, welcher dieſe Zahl von Linien zum Zähler hat, zum Nenner aber eben die Zahl um 1134 vermehrt. Mit dieſem Bruch multiplicire man den Abſtand zwiſchen dem Froſtpunct, und dem gefundenen Siedepunct, ſo findet man um wieviel der eigentlich geſuchte Siedepunct niedriger als der beobachtete liegt. Wenn dagegen die beobachtete Barometerhöhe kleiner als 27 Zoll oder 324 Linien wäre; ſo müſte man die Zahl von Linien, welche die dermalige Barometerhöhe ausmacht, von 1134 abziehen, und den Reſt für den Nenner des Bruchs nehmen, womit der Abſtand zwiſchen dem Froſtpunct und beobachteten Siedepunct zu multipliciren iſt, um nun zu finden, um wieviel der geſuchte Siedepunct höher liegt, als der beobachtete.

421. §.

Thermometer, die mit einerley Art des flüſſigen gefüllt, und nach dieſen Vorſchriften regulirt ſind, harmoniren mit einander, und zeigen bey gleichen Aenderungen der Wärme oder Kälte einerley Grade an der Scale. Ein Weingeiſtthermometer kann aber nicht mit dem Queckſilberthermometer bey gleicher Wärme einerley Grade zeigen, weil Weingeiſt nicht nach eben dem Geſetz wie Queckſilber von der Wärme ausgedehnt wird. Ungeſchwächten Weingeiſt könnte man gar nicht brauchen, wenn das Thermometer alle Grade der Hitze bis zum ſiedenden Waſſer zeigen ſollte, weil derſelbe ſchon bey einer Wärme zu ſie-

den anfängt, die der 180ſte Grad des Fahrenheitiſchen Queckſilberthermometers anzeigt. Beym geſchwächten Weingeiſt hängt alles davon ab, in welchem Verhältniſſe man den Weingeiſt mit Waſſer vermiſchet. Dieſe Erinnerung muß man bemerken, damit man nicht das Queckſilberthermometer mit der Reaumurſchen Scale für das eigentliche Reaumurſche Thermometer halte: denn Reaumur brauchte zu ſeinem Thermometer geſchwächten Weingeiſt. Wie man indeſſen Queckſilber- und Weingeiſtthermometer vergleichen könne, lehren die ſchon angeführteu Schriftſteller.

422. §.

Weil die Wärme das Queckſilber ausdehnt, ſo iſt bey größerer Wärme die Barometerhöhe größer, und bey geringerer Wärme kleiner, wenn gleich die Federkraft der gegen das Queckſilber drückenden Luft einerley bleibt. Eine bey der Temperatur des thauenden Eiſes 27 Zoll lange Queckſilberſäule wird nach des H. **de Luc** Verſuchen (a. a. O. 364. 369 §). um 6. Linien länger, wenn ſie bis zur Hitze des ſiedenden Waſſers erwärmt wird. Nach den von **Fahrenheit**, **Delisle** und mehrern andern angeſtellten Verſuchen, würde dieſe Aenderung etwa nur 5 Linien betragen. Wird indeſſen des H. **de Luc** Beſtimmung als richtig angenommen, ſo kann man ferner zum Grunde ſetzen, ein Barometer, das bey der Temperatur des thauenden Eiſes 27 Zoll hoch ſtand, ſteige bey unveränderten Druck der Atmoſphäre

um

um 1 Linie, wenn es ſo weit erwärmt wird, daß das Queckſilberthermometer um den 6ſten Theil des Fundamentalabſtandes ſteiget. In einer höhern Luftgegend, wo zu eben der Zeit das Barometer bey der Kälte des thauenden Eiſes 13½ Zoll hoch ſtehet, würde die Aenderung der Barometerhöhe nur halb ſoviel, alſo ½ Linie betragen, wenn das Thermometer um den 6ſten Theil des Fundamentalabſtandes ſtiege: denn man kann überhaupt annehmen, bey gleicher Aenderung der Wärme ſey das Verhältniß der Aenderungen in der Länge von zwo Queckſilberſäulen einerley mit dem Verhältniß ihrer Längen. Man kann alſo mit H. de Luc den Fundamentalabſtand am Thermometer, in 96 gleiche Theile eintheilen; ſo hat man ein ſolches Thermometer, welches um eine Abtheilung ſeiner Scale, nemlich um $\frac{1}{96}$ des Fundamentalabſtandes jedesmal ſteigen würde, wenn zugleich das Barometer bey unverändertem Druck der Atmoſphäre ſeine Höhe, die bey der Temperatur des thauenden Eiſes 27 Zoll war, um $\frac{1}{16}$ einer Linie änderte. H. de Luc ſchlägt vor, man ſoll die Dichtigkeit des Queckſilbers für den Grad der Wärme als bekannt annehmen, den das Thermometer angiebt, wenn es um $\frac{1}{8}$ des Fundamentalabſtandes höher als der Froſtpunct ſtehet, deßwegen ſetzt er an dieſer Stelle die 0, zählet alſo bis zum Siedepunct 84 und nach unten bis zum Froſtpunct 12 Grade dieſes Thermometers.

423. §.

Das ſpecifiſche Gewicht ſolcher Maſſen, die bey mehrerer Wärme in einen merklich größern Raum ausgedehnt werden, wird eben dadurch etwas vermindert, und ſo erhellet die Nothwendigkeit deſſen, daß man bey genauen Verſuchen über das ſpecifiſche Gewicht der Maſſen auf die jedesmalige Wärme der Maſſe Rückſicht nehmen müſſe. Herr Eiſenſchmidt in der Diſquiſit. de ponderibus et menſuris veterum etc. Argent. 1737. pag 174. 175 hat eine Tafel der ſpecifiſchen Gewichte vieler flüſſigen Maſſen mitgetheilet, ſo wie er daſſelbe das einemal im Sommer und das andremal im Winter befunden hat: es iſt aber der eigentliche Grad der mehrern oder mindern Wärme, der die Maſſen ſind ausgeſetzt geweſen, ſo wie derſelbe vermittelſt eines Thermometers hätte bemerkt werden können, nicht mit angezeigt. Hr. Lambert in der Pyrometrie V. Hauptſt. 198 u. f. §. 113 u. f. S. folgert aus einigen Umſtänden, die Eiſenſchmidt angiebt, daß im Winter die Temperatur der Luft dem Froſt ſehr nahe geweſen ſey, und das Fahrenheitiſche Thermometer kaum 2 Grade über dem Frierpunct geſtanden habe, daß dagegen bey den Verſuchen im Sommer die Wärme nach dem Fahrenheitiſchen Thermometer 91 Grade betragen habe. Eiſenſchmidts Tafel hat H. Lambert zum Gebrauch etwas bequemer eingerichtet, auch die Zahlen beygefügt, welche das Verhältniß anzeigen, in welchem jede Maſſe von der größern Wärme iſt aus-

ausgedehnt worden. Die nachſtehenden Zahlen ſind daraus zur Probe genommen.

Ein Pariſer Cubiczoll	hat gewogen im Sommer in Pariſer	im Winter Granen	Verhältniß d. Ausdehnung
Queckſilber	4170	4190	1,0048
Vitrolöhl	563	575	1,0213
Vitriolgeiſt	393	398	1,0127
Salpetergeiſt	456	476	1,0438
Salzgeiſt	409	4[illegible]5	1,0147
Aquafort	455	467	1,0246
Eſſig	375	381	1,0160
Deſtill. Eſſig	371	375	1,0[illegible]08
Weingeiſt	320	3[illegible]0	1,0312
Kuhmilch	380	385	1,0132
Flußwaſſer	370	373	1,0081
Brunnenwaſſer	371	374	1,0081
Diſtill. Waſſer	368	371	1,0081

424. §.

Gewöhnlich wird Cornelius Drebbel aus Alkmar in Nordholland für den Erfinder der Thermometer gehalten, und ſein Thermometer mogte ohngefehr folgende Einrichtung haben. Die ledige Kugel A mit der daran befindlichen Röhre AE wird ſoviel erwärmt, daß etwas Luft heraus tritt: gleich darauf ſteckt man das unten offene Ende der Röhre in gefärbten und geſchwächten Weingeiſt, oder was man ſonſt für eine flüſſige 71. Fig.

Maſſe wählen will, damit beym Erkälten von dem flüſſigen etwas in die Röhre ſteige, und bey temperirter Wärme dieſe Röhre etwa bis zur Hälfte fülle. Oben in der Röhre und in der Kugel bleibt Luft, die alsdenn bey größerer Wärme ſich ausdehnt, und etwas von dem flüſſigen aus der Röhre heraus treibt. Um dieſen Theil des flüſſigen aufzufangen, muß entweder die Röhre unten in einem kleinen Gefäſſe ſtehen, welches von dem flüſſigen etwas enthält, oder die Röhre kann auch unten bey E umgebogen, und ein kleines Gefäß B, das bey D offen ſeyn muß, daran geſchmolzen, werden. Wird das Werkzeug wieder kälter, ſo zieht ſich die eingeſchloſſene Luft enger zuſammen, und der Liquor ſteigt in der Röhre höher.

425. §.

Man fand bald, daß bey dieſer Einrichtung des Luftthermometers die Wirkung der Federkraft der äußern Luft an den Veränderungen im Steigen und Fallen des Liquors mit Antheil habe: daher kam es, daß das Luftthermometer eine Zeitlang gar nicht geachtet ward. Endlich aber fand man, daß ſelbiges verdiene, allen andern vorgezogen zu werden, wenn man demſelben nur eine verbeſſerte Einrichtung gäbe, oder durch richtige Rechnung das zu finden ſuche, was von der Wärme für ſich, und von der Federkraft der Luft ebenfalls für ſich allein herrühre. Hievon handelt Herr **Lambert** ſehr umſtändlich im III. Hauptſt. des II. Theils der **Pyrometrie**. Mit dem Mariottiſchen Geſetz,

ſetz, (203. §.) vermöge deſſen angenommen wird, daß bey gleicher Wärme die Dichtigkeit der Luft ihrer Federkraft proportional ſey, verbindet man noch die Vorausſetzung, daß bey gleicher Dichtigkeit die Wärme, oder wie ſich H. Lambert ausdrückt, die Kraft der Wärme der Federkraft der Luft proportional ſey. Das Maaß der Federkraft der Luft iſt alsdenn wie gewöhnlich die Höhe einer Säule Queckſilber, die mit derſelben das Gleichgewicht hält. Wenn alſo bey gleicher Dichtigkeit einer in einem Gefäß eingeſchloſſenen Luftmaſſe eine größere Wärme ihre Federkraft 2, 3, 4mal größer machte, ſo würde vermöge des angenommenen Geſetzes folgen, daß die Wärme ebenfalls 2, 3, 4mal größer ſey, als die Wärme, wobey dieſelbe eingeſchloſſene eben ſo dichte Luftmaſſe die einfache Federkraft hatte.

426. §.

Die oben bey D offene Röhre DE ſey unten umgebogen, und bey F wieder eine Kugel A daran geſchmolzen; ſo kann man oben durch die Oefnung D Queckſilber hinein laufen laſſen, bis die Kugel etwa zur Hälfte damit angefüllet iſt. Zugleich wird alsdenn auch die Röhre zum Theil damit angefüllet ſeyn. Wenn es in derſelben bis C reicht, ſo befindet ſich die in der Kugel eingeſchloſſene Luft ſchon in einem etwas mehr zuſammen gepreßten Zuſtande, als die atmoſphäriſche äußere Luft: denn ſie hält mit einer Queckſilberſäule das Gleichgewicht, deren Höhe ſo groß iſt, 72. Fig.

als die der dermalige Barometerhöhe um die Höhe EC vermehrt. Wenn nun der innere Raum der Kugel in Vergleichung mit dem innern Raum der Röhre anſehnlich groß iſt; ſo kann in der letztern das Queckſilber ſchon um ein beträchtliches ſteigen oder fallen, ohne daß die Dichtigkeit der eingeſchloſſenen Luft dadurch beträchtlich geändert wird. Demnach ändert ſich in eben dieſem Fall die Wärme der eingeſchloſſenen Luft in einerley Verhältniß mit derjenigen Höhe, die man findet, wenn zur Höhe EC die Barometerhöhe addirt wird. Das ſind die Gründe, worauf die Eintheilung der Scale an einem ſolchen Luftthermometer beruhet, wie es H. **Amontons** zuerſt gebraucht, und in den Memoires de l'Academie de Paris Année 1702 beſchrieben hat.

427. §.

Dies vom Herrn Amantons ſelbſt gebrauchte Thermometer hatte eine Kugel von 39 Linien im Durchmeſſer, und die Röhre war $\frac{1}{2}$ Linie im lichten weit: alſo war der Kugel Durchmeſſer 78mal größer, als der Durchmeſſer von der Grundfläche der Röhre. Ein 39 Linien langes Stück der Röhre war alſo im Raum der Kugel ſovielmal enthalten, als die Zahl $\frac{2}{3}.\ 78^2$, oder 4056 angezeigt: eine Röhre von eben dem Durchmeſſer im lichten und mit der Kugel von gleicher Größe im körperlichen Inhalt hätte 4056mal 39 Linien lang ſeyn müſſen, alſo 158184 Linien, oder 13182 Zoll. Aber die ganze Röhre war

nur

nur 48 Zoll lang: demnach konnte ſie nur ſoviel Queckſilber faſſen, als den 275ſten Theil des innern Raums der Kugel füllte, und die Aenderungen in der Höhe des Queckſilbers in der Röhre konnten keine beträchtliche Aenderungen in der Dichtigkeit der in der Kugel eingeſchloſſenen Luft zur Folge haben. Die Scale des Amontonſchen Luftthermometers war von E bis D in Zolle und Linien getheilt: zu der Höhe, welche das Queckſilber an dieſer Scale hatte, mußte alſo die jedesmalige Barometerhöhe addirt werden, um die Höhe der Queckſilberſäule zu haben, die mit der Federkraft der eingeſchloſſenen Luft das Gleichgewicht hielte, mithin der Wärme dieſer Luft proportional war. Nach H. Amontons Beobachtungen gehörten zuſammen:

Zolle des Amontonſchen Luft-Thermometers.	
51″ 6‴ = =	Temperatur des frierenden Waſſers,
54″ 0‴ = =	gemäßigte Temperatur im Keller der Pariſer Sternwarte,
55″ 9‴ = =	mäßig warme Sommerluft,
73″ 0‴ = =	ſiedendes Waſſer.

Das frierende Waſſer, wenn es uns gleich kalt ſcheint, hat doch noch einige Wärme, denn die Luft kann noch viel kälter werden: man kann alſo andre Grade der Wärme mit der Temperatur des frierenden Waſſers vergleichen, wenn man

dieſe Wärme des frierenden Waſſers für Eins annimmt. Alsdenn iſt vermöge dieſer Amontonſchen Verſuche die Temperatur der Pariſer Sternwarte $= \frac{54}{51\frac{1}{2}} = \frac{108}{103} = 1{,}048$, die Wärme der Sommerluft $= \frac{55\frac{3}{4}}{51\frac{1}{2}} = \frac{223}{206} = 1{,}082$, die Wärme des ſiedenden Waſſers $= \frac{73}{51\frac{1}{2}} = \frac{146}{103} =$ 1,417. Dieſen Gründen gemäß ließe ſich eine Scale für das Luftthermometer verfertigen, wovon die Zahlen das Verhältniß der Federkraft der in einem Raum von unveränderlicher Größe eingeſchloſſenen Luft für jeden andern Grad der Wärme, in Vergleichung mit ihrer Federkraft bey der Temperatur des frierenden Waſſers, anzeigen würden. Eben die Zahlen würden alsdenn die Größe der jedesmaligen Wärme in Vergleichung mit der Wärme des frierenden Waſſers anzeigen. Hat man ſie alle bis auf die dritte Decimalſtelle berechnet, ſo kann man ſie auch als ganze Zahlen ſchreiben, und die Zahl 1000 kann die Wärme des frierenden Waſſers ausdrücken. Das iſt die Einrichtung, welche H. **Lambert** dem Amontonſchen Luftthermometer gegeben hat.

428. §.

In dem Fall, wenn bey veränderter Wärme der äußere Druck, dem die Luft ausgeſetzt iſt,

iſt, einerley bleibt, kann der Raum, den die Luft einnimmt, nicht einerley bleiben. Der Raum, welchen die Luft einnimmt, ändert ſich alsdenn **in einerley Verhältniß mit der Wärme.** Wenn nemlich eine größere Wärme eine beſtimmte Maſſe Luft bey einerley äußern Druck in einem doppelten Raum ausdehnt; ſo wird ein nochmal ſo großes Gewicht erfordert, ſie in den vorigen Raum zu preſſen: alſo iſt ihre Federkraft bey gleicher Dichtigkeit, mithin auch die Wärme nochmal ſo groß geworden. **Bey gleichem äuſſern Druck ändert ſich alſo die Dichtigkeit der Luft im umgekehrten Verhältniß der Wärme.**

Wäre demnach der Raum, welchen die Luft in der Kugel A des Luftthermometers einnimmt, 72. nicht eben ſehr groß in Vergleichung mit dem Fig. Raum der Röhre ED; ſo würde man auf die Aenderung dieſes Raums, wenn in der Röhre das Queckſilber ſteigt oder fällt, Rückſicht nehmen müſſen, um genau zu finden, in welchem Verhältniß ſich die Wärme geändert habe. **Die Wärme ändert ſich nun in einerley Verhältniß mit dem Product, welches gefunden wird, wenn die Höhe der gegen die Luft drückenden Queckſilberſäule mit dem Raum, welchen ſie einnimmt, multiplicirt, oder ſtatt deſſen mit der Dichtigkeit der Luft dividirt wird.**

429. §.

429. §.

H. **Lambert** verfertigte für ſich ein Luftthermometer, wovon die Kugel in Vergleichung mit der Röhre nicht groß genug war, als daß die jedesmalige Höhe der Queckſilberſäule, welche mit der Federkraft der eingeſchloſſenen Luft das Gleichgewicht hielte, wie beym Amontonſchen Thermometer, hätte das Maaß der Wärme abgeben können; deswegen muſte auch die Aenderung des mit der Luft augefüllten Raums durch Rechnung gefunden werden. In der Temperatur des frierenden Waſſers trug die eingeſchloſſene Luft eine Queckſilberſäule EC von 11 Zoll 1$\frac{3}{10}$ Linien, oder 11,1083 Zoll; in der Hitze des ſiedenden Waſſers war dieſe Säule 20 Zoll 8$\frac{1}{2}$ Linien, oder 20,7083 Zoll hoch, und die Barometerhöhe 28 Zoll 5 Linien = 28,4167 Zoll. Demnach verhielten ſich die Höhen der gegen die Luft drückenden Queckſilberſäulen, wie 39,525 : 49,125 = 1 : 1,243. Weil auch das Queckſilber von der Hitze des ſiedenden Waſſers mehr Ausdehnung erlitten hatte; ſo nimmt H. **Lambert** darauf bey der übrigen Rechnung Rückſicht. Er findet nach einer ziemlich mühſamen Rechnung, wobey er auf alle nöthige kleine Verbeſſerungen und beſonders auch die, welche von einiger Ungleichheit in der Weite der Röhre herrührte, aufmerkſam iſt, das **Verhältniß der Hitze des ſiedenden zur Temperatur des frierenden Waſſers, wie 1,354 : 1.** Ohne auf die von dem Queckſilber herrührenden Reductionen zu ſehen, findet er dies

dies Verhältniß = 1,375 : 1, und hält dafür, daß dieſe Zahl dem wahren Werth näher, als jene ſey; weil auch das Glas im ſiedenden Waſſer um etwas erweitert worden, weswegen mehr Queckſilber in die Röhre habe treten können, und aus beyden Gründen der Raum der Luft größer geworden ſey. Statt der Zahl 1,375 nimmt er jedoch die Zahl 1,370 für diejenige an, welche **den Grad der Hitze des ſiedenden Waſſers in Vergleichung mit der Temperatur des frierenden Waſſers ausdrücke.**

430. §.

Für das Amontonſche Thermometer, vorausgeſetzt, daß die Kugel hinlänglich groß, und die Röhre durchaus gleich weit ſey, ließe ſich die Scale ſo verfertigen. Die Höhe der Queckſilberſäule, welche bey der Temperatur des frierenden Waſſers mit der Luft das Gleichgewicht hält, wird in 1000 gleiche Theile getheilt; ſo wird nach H. **Lamberts** Beſtimmung die Höhe derjenigen Säule, welche bey der Hitze des ſiedenden Waſſers damit im Gleichgewicht iſt, 1370 ſolcher Theile enthalten; alſo kommen zwiſchen dem Froſt- und Siedepunct 370 ſolcher Theile, die man **Grade des Luftthermometers** nennen kann. Wenn alsdenn H der Froſtpunct iſt, ſo trägt man von H nach E ſoviele von dieſen Theilen, als die Entfernung HE faſſet, und bemerkt bey E die Barometerhöhe für die Zeit, da man die Scale verfertiget. Wenn alsdenn zur andern Zeit, da man

man den Stand des Thermometers beobachtet, die Barometerhöhe größer oder kleiner iſt, als die bey E bemerkte; ſo muß auch die Stelle der Röhre E um eben ſoviel höher oder niedriger gerückt werden. Vermöge deſſen was H. **Lambert** glaubt, der Erfahrung gemäß befunden zu haben, ſtimmt der Gang eines Fahrenheitiſchen Queckſilberthermometers mit dem Gange des Luftthermometers ziemlich überein, und man kann die Grade des einen in Grade des andern verwandeln, wenn man 370 Grade des Luftthermometers gegen 180 Fahrenheitiſche Thermometergrade rechnet, (Pyrometrie 113, 141 §.) Alsdenun gehören zuſammen.

Fahrenhts. Grade	Luftthermometer-Grade	
0	934	geſalzen Eis,
32	1000	frierend Waſſer,
54	1045	tiefer Keller Wärme,
96	1132	Wärme des Bluts,
142	1226	ſtockend Wachs,
175	1294	ſiedender Weingeiſt,
185	1312	ſchlechter Weingeiſt ſiedet,
212	1370	ſiedend Waſſer,
600	2168	ſiedend Queckſilber.

431. §.

H. **Daniel Bernoulli** ſchlägt folgende Einrichtung für das Luftthermometer vor, welche vor der Amontonſchen den Vorzug zu verdienen ſcheint. Man ſchmelze die Oefnung G an der Kugel eines

gewöhnlichen Barometers zu; ſo hat man ein Luftthermometer, und die Vollkommenheit deſſelben beruhet vornemlich darauf, daß oben in der Torricelliſchen Leere AH nicht die geringſte Luft muß zurück geblieben ſeyn. Die in dem Raum EGD eingeſchloſſene Luft wird bey größerer Wärme eine größere, bey geringerer Wärme eine niedrigere Queckſilberſäule tragen, und die Höhe CH dieſer Säule wird ſich ſehr nahe mit der Wärme der eingeſchloſſenen Luft in einerley Verhältniß ändern, wenn der innere Raum der Kugel in Vergleichung mit dem innern Raum der Röhre ſehr groß iſt. Um völlig übereinſtimmende Luftthermometer dieſer Art zuwege zu bringen, müßte man eine gewiſſe Wärme, die in der Luft bey einer bekannten Dichtigkeit und Federkraft ſtatt hat, für das Maaß oder die Einheit annehmen, um jede andre Wärme damit zu vergleichen: denn man waiß, daß bey einerley Dichtigkeit und Federkraft die Wärme der Luft einerley iſt. Nach des Hrn. Bernoulli Vorſchlage könnte die Wärme der Luft dies Maaß abgeben, wenn ein Cubicfuß dieſer Luft 600 Gran wiegt, und das Barometer 28 Zoll hoch ſteht. Bey Regulirung des Thermometers muß alsdenn das Gewicht eines Cubicfußes Luft von der Dichtigkeit, die ſie grade zu der Zeit hatte, geſucht, und zugleich die Barometerhöhe angemerkt werden: auch muß man die Höhe CH der Queckſilberſäule meſſen, welche zu eben der Zeit mit der eingeſchloſſenen Luft im Gleichgewicht iſt. Daraus findet man leicht,

93. Fig.

wie groß die Höhe CK ſeyn muß, wenn dieſe mit der Wärme zuſammen gehören ſoll, die man für das Maaß aller andern Grade der Wärme erwählt hat.

Geſetzt bey Regulierung des Thermometers, als das Queckſilber bis an H ſtand, ſey das Gewicht eines Cubicfußes Luft 500 Gran, und die Barometerhöhe 29 Zoll befunden worden; ſo kann man die Proportion anſetzen $\frac{29}{500} : \frac{28}{600} =$ CH : CK, oder 29.600 : 28.500 = CH : CK, mithin wird CK nach der Regel Detri leicht gefunden. Dieſe Höhe CK theilt man alsdenn in 100 oder 1000 gleiche Theile ein, um die Grade des Luftthermometers zu erhalten. M. ſ. Bernoulli Hydrodynamica Sect. X. §. 10.) Um es mit dem nach Lambertſcher Art eingetheilten Amontonſchen Luftthermometer übereinſtimmend zu machen, müßte man nur wiſſen, bey welcher Dichtigkeit und Barometerhöhe die Luft ſoviele Wärme, als das frierende Waſſer hat, und daraus müßte CK gefunden werden. Man kann aber zur Winterzeit, oder wenn man ſonſt in einem tiefen Keller Eis haben kann, CK unmittelbar finden, wenn man die Kugel in zerſtoßen Eis ſetzt.

406 §.

93. Fig. Wenn die Kugel nicht ſo groß iſt, daß man die Aenderungen des Raums, den die Kugel einnimmt, als unbeträchtlich anſehen kann, ſo mache man die Einrichtung ſo, daß die Barometerröhre CA auch in eine geneigte Lage Ca gebracht werden

kann.

kann. Wenn nun die Hitze des ſiedenden Waſſers der höchſte Grad iſt, den das Thermometer zeigen ſoll; ſo hänge man es vertical in ſiedendes Waſſer, und bemerke die Stelle H, welche die höchſte Fläche des Queckſilbers anzeigt. Bey geringerer Wärme wird nun das Queckſilber ſo hoch nicht ſteigen, wenn die Röhre vertical ſteht, und es wird die eingeſchloſſene Luft in einen engern Raum preſſen. Neigt man aber die Röhre in die Lage Ca, ſo rückt das Queckſilber in der Röhre hinauf gegen a zu, und wenn es bis an den Punct h gerückt, der mit H in verticaler Lage der Röhre einerley iſt: ſo füllt die Luft wieder eben ſo viel Raum aus, als ſie beym verticalen Stande der Röhre im ſiedenden Waſſer füllte. Demnach verhält ſich die Höhe ch zur Höhe CH, wie die jetzige Wärme zur Hitze des ſiedenden Waſſers Man ſiehet wohl, daß ſtatt der Hitze des ſiedenden Waſſers jede andre Wärme, die auch geringer wäre, gewählt werden könnte, womit die Höhe CH bey lothrechter Stellung der Röhre zuſammen gehören ſoll; allemal aber wird das die größte Wärme ſeyn, welche das Thermometer bey dieſem Verfahren anzeigen kann.

Wenn die Thermometerröhre aus der geneigten Lage wieder in die lothrechte gebracht wird, ſo wird bey unveränderter Wärme die lothrechte Säule CK, welche die eingeſchloſſene Luft trägt, größer ſeyn, als die Höhe ch bey geneigter Lage der Röhre war: denn CK iſt mit einer dichtern Luft bey eben der Wärme im Gleichgewicht. H.

von Segner hat gewieſen, wie für jede Höhe oh die damit zuſammengehörige Höhe CK bey lothrechter Stellung der Röhre durch Rechnung gefunden, und hiedurch das Thermometer von der Unbequemlichkeit frey gemacht werden könne, daß man es jedesmal neigen muß. M. ſ. deſſen Programma: de aequandis thermometris aëris Goett. 1739. auch meinen Lehrbegriff der geſammten Mathem. III. Theil 108. 109. §. Aeroſt. 412-414. S.

433. §.

Die bisher beſchriebenen aus einer gläſernen Kugel und Röhre verfertigten, und mit einer flüſſigen Maſſe gefüllten Thermometer bleiben freylich, wenn man alles aufs genaueſte nehmen will, noch verſchiedenen kleinen Mängeln ausgeſetzt, die man nicht wohl genau beſtimmen, und welchen man auch ſchwerlich abhelfen kann. Die Wärme dehnt nicht allein die flüſſige Maſſe, ſondern zugleich die Kugel und Röhre etwas aus, daher ſteht das Thermometer im ſiedenden Waſſer, und wenn es andern ziemlich großen Graden der Hitze ausgeſetzt iſt, etwas niedriger als es ſtehen würde, wenn Kugel und Röhre eben die Größe behielten, die ſie in der Temperatur des frierenden Waſſers hatten. Bey dem allen aber haben doch dieſe Werkzeuge einen ungemein groſſen Nutzen. Bevor man Thermometer hatte, war man nicht im Stande, von der Temperatur der Luft richtig zu urtheilen; noch weniger konnte man ſich getrauen, ſonſt in andrer Abſicht einen be-

beſtimmten Grad der Wärme zuwege zu bringen, ohne der Gefahr ausgeſetzt zu ſeyn, daß man der Sache zuviel oder zuwenig gethan habe. Dem Naturkundigen, dem Chymiſten, dem Mathematiker leiſten ſie die wichtigſten Dienſte; in Wohnzimmern, in Krankenzimmern, in Gewächshäuſern kann man mit Hülfe der Thermometer die in jedem Fall zuträgliche Wärme mit Sicherheit zuwege bringen: alſo wird man wohl kein Bedenken tragen, dieſen Werkzeugen unter den gemeinnützlichen Erfindungen eine vorzügliche Stelle einzuräumen.

434. §.

Bey der gröſzten Winterkälte fällt das Fahrenheitiſche Thermometer in den hieſigen Gegenden gewöhnlich nicht über 18 bis 20 Grade unter dem Frierpunct, wiewohl es auch zuweilen tiefer bis auf Fahrenheits Null, 32 Grade unter dem Frierpunct auch wohl noch einige Grade tiefer gefallen iſt. Bey ſo ſcharfer und noch ſchärferer Kälte pflegte gemeiner Brantewein und geſchwächter Weingeiſt zu frieren; daher können nur Queckſilberthermometer gebraucht werden, noch höhere Grade der Kälte zu unterſuchen. Im Jahr 1759 am 26 Dec. a. St. iſt zu Petersburg das Thermometer auf 40 bis 43 Grad. (Comment. Nov. Petrop. Tom. X, pag. 362.) und zu Tornea, wie H. v. Maupertuis berichtet, (Figure de la Terre p. 58.) bis auf 52 Grad unter 0 gefallen, da auch die mit Weingeiſt gefüllten Thermometer gefroren ſind. In Siberien fällt

es zuweilen bis 88 Grad unter 0; ja H. **Gmelin** erzählt in der Vorrede zu ſeiner Flora Siberica, es habe am 5 Januar des Jahrs 1735 früh um 6 Uhr zu Jeniſea 126 Grad unter 0 geſtanden.

Im December des Jahrs 759 machten verſchiedene Mitglieder der Ruſſiſch Kayſerl. Academie der Wiſſenſchaften die Entdeckung, daß auch das Queckſilber zu einem feſten Metall werde, wenn es einem hohen Grade der Kälte ausgeſetzt iſt. Die Herren **Braun**, **Aepinus**, **Lomonoſow**, **Kruſius**, **Zeiher**, **Model**, ſtellten Verſuche über die künſtliche Kälte an, welche man durch Vermiſchung des Schnees mit Salzen und ſcharfen Säuren zuwege bringt. Unter andern vermiſchte man Schnee mit rauchenden Salpetergeiſt, und das Queckſilber fiel, da man die Kugel in dieſe Maſſe ſetzte, bis auf 390 Grad unter 0, oder 500 Grad unter dem Siedepunct nach der deliſliſchen Scale. Es ward hierauf zu einem feſten Metall, und da man die Kugel zerbrochen hatte, ließ ſich das feſt gewordene Queckſilber mit dem Hammer zu einer dünnen Platte ſchlagen. In der freyen damals ſehr kalten Luft ward es nach Verlauf von 20 Minuten wieder flüſſig. M. ſ. **Braun** De admirando frigore artificiali, quo mercurius congelatus eſt, Petrop. 1760.

435. §.

Sehr merkwürdig iſt die Beobachtung, welche man am 6ſten und 9ten December im Jahr 1772 zu **Krasnojark** und Irkutzk gemacht hat, daß

daß eine anhaltende natürliche Kälte von 250 delisliſchen Graden das Queckſilber in eine feſte metallartige Maſſe, wie Waſſer in Eis verwandele. Folgende Nachrichten ſind aus dem 20ſten und 21 Stück der St. Petersburgiſchen Zeitung vom Jahr 1773 genommen, welche der jüngere H. **Euler** im März des Jahrs 1773 mir mitzutheilen die Güte gehabt hat. H. Pallas ſtellte vermöge einer Nachricht, die er ſelbſt aus **Krasnojarsk** der Ruſſiſch Kayſerl. Academie mitgetheilt hat, am 6 December 1772 Vormittags um halb 10 Uhr etwa $\frac{1}{4}$ Pfund Queckſilber in einer trocknen porcellänen Schale auf die Treppe ſeines Quartiers gegen Norden. Nach etwa $\frac{3}{4}$ Stunden fand er den Rand und die Oberfläche ſchon feſt gefroren, und letztere hatte einige faſt zweigigt geſtaltete Runzeln. Das innere war noch flüſſig, aber nach Verlauf einer Stuude war alles in eine weichem Zinn ganz ähnliche Materie verwandelt, welche an der Schale gleichſam anklebt, ſich aber doch rein abſondern läßt, und vollkommen biegſam iſt, auch zu dünnen Platten unter dem Hammer kann ausgedehnt werden, welche jedoch unterweilen zerbrechen, und gleichſam körnicht in Bruch ausſehen. Iſt der Hammer nicht vollkommen an der Luft ausgekältet, ſo ſchmelzen unter dem Hämmern Tropfen von der Maſſe ab. Beugt man die Maſſe kurz, ſo bricht ſie ohne alle Zähigkeit und leichter wie Zinn. Die zerbrochenen Stücke aber kleben an einander, wenn ſie ſich berühren, und ſetzen ſich auch feſt an das Porcellän

 an.

an. H. Pallas merkt noch an, daß er das Queckſilber nicht nur ſoviel möglich gereiniget, ſondern auch im Ofen getrocknet habe, und daß alle Vorſicht gebraucht worden ſey, um zu verhindern, daß keine Feuchtigkeit aus der Luft, oder anderweitig dazu kommen möchte. Er hat den Brief, worin er die Nachricht meldet, an dem Tage der Beobachtung Abends bey untergehender Sonne aufgeſetzt, und ſchließt ihn mit der Nachricht, daß die Maſſe noch zu der Zeit, da er ſchreibe, unverändert und feſt gefroren liege. Auch meldet er, das Queckſilber in einem kleinen Gläschen, welches ſeit dem Anfange der großen Fröſte im November beſtändig an der Luft geſtanden habe, ſey an eben dem 6ſten Dec. feſt gefroren.

436. §.

Am 9ten December deſſelben Jahres ward in Irkutzk des Morgens um 4 Uhr bemerkt, daß das Queckſilber ſowohl im Barometer, als im Thermometer gefroren ſey. In der Barometerröhre war das Queckſilber in einem Raum von 5 Linien von oben nach unten ganz gebrockelt, die Höhe war 28 Zoll 7 Linien Engliſch Maaß. Um 11 Uhr Vormittags war das Metall wieder in ſeiner Flüſſigkeit. Um 1 Uhr Nachmittags war die Barometerhöhe 29 Zoll 7 Linien, und um 9 Uhr Abends 29 Zoll. Die gefrorne Thermometerhöhe war an eben dem Tage um 4 Uhr Morgens von 213 Graden nach Delisle, oder 34 Grad unter dem Gefrierpunct nach Reaumur: von

von dem 226 Grade aber bis zum 229ſten, oder nach Reaumur zwiſchen dem 40ſten und 42ſten Grad war die Queckſilberſäule unterbrochen. Gegen 11 Uhr Vormittag, als das Queckſilber wieder flüſſig wurde, fiel es ganz in die Kugel hinein, und gegen 1 Uhr Nachmittag ſtieg es bey der abnehmenden Kälte wieder in der Röhre bis zum 254 Grad nach Delisle, das iſt nach Reaumur bis zum 56 Grade unter dem Gefrierpunct. Die Kälte nahm hierauf ſehr ſchnell ab, und gegen 4 Uhr Nachmittag zeigte das Thermometer nicht mehr als 194 Grade nach Delisle, oder nach Reaumur 24 Grade unter dem Gefrierpuncte. Die Nachricht wird mit dem Zuſatz beſchloſſen, daß eine ſolche ſtrenge Kälte noch nie ſey in Irkutzk bemerkt worden. H. **Euler** verſichert, daß die Richtigkeit dieſer Beobachtungen nicht bezweifelt werden könne, und daß man ſie mit der größten Vorſicht angeſtellet habe. Herr **Lambert** erwähnt eben dieſer Erfahrungen im 490 und 491. §. der **Pyrometrie** 265. S.

Der Aggregatzuſtand der Flüßigkeit iſt dem Queckſilber ſo wenig ſelbſtändig eigen, als den übrigen flüßigen Körpern, die wir kennen. Sein Flüßigſeyn iſt ebenfalls ein wahres Schmelzen, nur daß dazu ein weit geringerer Grad der Wärme erfordert wird, als zum Schmelzen des Eiſes. Die Kälte, wobey das Queckſilber gefriert und feſt wird, iſt indeſſen bey weiten nicht ſo groß, als ſie Braun angab. Die unregelmäßige und ſtarke Zuſammenziehung des ſchon gefrornen Queckſilbers verleitete ihn, den Gefrierpunct ſo tief hinabzuſetzen; allein das gefrorne Queckſilber kann nicht mehr zur Beſtimmung

der vorigen Thermometergrade dienen. Wir haben zwar in unſern Gegenden keine ſolche Kälte, wobey das Queckſilber feſt werden könnte, indeſſen läßt ſie ſich doch bey einer ſtarken natürlichen Froſtkälte durch künſtliche Mittel auch ſo weit verſtärken, daß ſie den Gefrierpunct des Queckſilbers erreicht. Wirklich hat man nachher auch an mehrern Orten das Queckſilber durch ſolche künſtliche Kälte zum Gefrieren gebracht, und Herr Blagden hat endlich gezeigt, daß der Gefrierpunct des Queckſilbers zwiſchen 39 und 40 Grad unter 0 nach Fahrenheit falle; daß aber denn das Queckſilber wegen ſeines unregelmäßigen Zuſammenziehens die Thermometergrade nicht mehr ſelbſt richtig angeben könne. Herr Guthrie beſtimmt auch den Gefrierpunct des Queckſilbers nach ſeinen Verſuchen auf 32 Grad unter 0 nach Reaumur, welches — 40 Gr. Fahrenheit gleich iſt. Die hieher gehörigen Schriften und Nachrichten ſind: De admirando frigore artificiali, quo mercurius eſt congelatus diſſertatio, auct. *Ioh. Andr. Braunio*, Petrop. 1764. 4. und in den comment. petropol. nov. T. XI. S. 268. Diſſertatio continens partim additamenta nova et ſupplementa ad diſſertationem de congelatione mercurii, partim in alia corpora frigoris artificialis inſignioris novos effectus, auct. *Ioh. Andr. Braunio*, ebendaſ. S. 302. Blumenbachs Nachricht in den göttingiſchen gelehrten Anzeigen J. 1774. St. 13. *Hutchins* Experiments for aſcertaining the point of mercurial congelation; in den *philoſoph. Tranſact. Vol. LXVI.* S. 179. Pallas Reiſe durch Siberien, Th. III. S. 326. Hiſtory of the congelation of Quickſilver by *Charles Blagden*, in den *philoſ. Tranſ. 783. Vol. LXXIII.* S. 329. u. überſ. in den Samml. zur Phyſik u. Naturgeſch. B. III. S. 347. ꝛc. u. 575. ꝛc. Nouvelles experiences pour ſervir à determinerle vrey point de congelation de mercure, par Mr. *Gouthrie* à St. Petersbourg. 1785. 4.

4. überſ. im Auszuge in Tralles phyſ. Taſchenbuche für 1786. u. in den Samml. zur Phyſ. und Naturgeſch. B. III. S. 573.

437. §.

Diejenige Temperatur der Luft, welche die Thermometer zeigen, wenn das darin enthaltene Flüſſige bey dem natürlichen Frierpunct ſtehet, beym 32ſten Fahrenheitiſchen Grade, ſcheint für unſre Empfindung gleichſam die Gränze zwiſchen Wärme und Kälte zu ſeyn. Dieſe Temperatur hat die Luft beym anfangenden Froſt oder Thauwetter, nachdem das Thermometer im Fallen oder Steigen die erwähnte Gränze erreicht. Wenn Fahrenheits Thermometer bis zum 48ſten Grad geſtiegen iſt; ſo iſt die Luft ſchon leidlich temperirt Beym 60ſten Grade fängt die Sommerwärme an, und es iſt auch im Winter die Temperatur von 60 bis 66 Graden für die eingeheitzten Zimmer der Geſundheit am zuträglichſten. Eben dieſe Wärme erfordern die Orangeriebäume im Winter, und man muß auch im Krankenzimmer das Thermometer nicht über den 66ſten Grad ſteigen laſſen. Bey einer Wärme von 72 Graden brüten die Seidenwürmer aus, und in den hieſigen Gegenden erreicht es bey der gröſten Sommerhitze gewöhnlich 80 höchſtens 84 bis 86 Grade, wenn es im Schatten hängt. Die natürliche Wärme des Blutes beträgt 96 Grade, und zur Ausbrütung der Hühnereyer wird eine Wärme von 100 Graden erfordert. Eine gröſſere Wärme

me müſſen auch warme Bäder nicht haben, ob man gleich im Waſſer, wenn es bis auf 124 Grad erhitzt iſt, noch ohne Verletzung die Hand halten kann. Bey einer Wärme von 140 Graden ſchmelzt Wachs, und eine Hitze von 174 Graden bringt rectificirten Weingeiſt zum Kochen, wie die Hitze von 212 Graden das Waſſer: Leinöhl aber und Queckſilber ſieden allererſt bey einer Hitze von 600 Graden.

Bemerkungen
über den
Wärmeſtoff und ſeine Bindung und Entbindung.

437. §. a.

Daß man in der Lehre von der Wärme und den Feuer nur erſt ſeit einigen Jahren angefangen hat, dieſen überaus wichtigen Zweig der Naturwiſſenſchaft auf eine Art zu bearbeiten, die uns bald mehr Aufſchluß und Fortſchritte hoffen läßt, davon zeigt laut genug die ganze Menge unſerer gewöhnlichen ältern Kompendien der Phyſik. Wenn wir aber dahin gelangen wollen, die noch beſtehenden häufigen Widerſprüche unter den Neuern zu heben, und die Phänomene, die von

von den Wirkungen der Wärme abhängen, gehörig und naturgemäß zu erklären; ſo müſſen wir zuvörderſt Wärme und Feuer unterſcheiden. Der ſeel. Verfaſſer unterſcheidet beydes nicht genau nach §. 408 u. ꝛc. Jedermann kennt die Empfindung, die wir Wärme, und wenn ſie uns beſchwerlich und unangenehm wird, Hitze nennen. Feuer aber heißt der Zuſtand, wobey nicht allein jene Empfindung der Erwärmung oder Erhitzung, ſondern auch Leuchten wahrgenommen wird. — Wir müſſen nun in der Naturlehre die Urſach der Wärme als Empfindung, von dieſer Empfindung ſelbſt unterſcheiden. Hier finden zweyerley Claſſen von Meynungen ſtatt; einige nehmen nämlich dieſe Urſach der Wärme als ein eigenes Princip, als einen beſondern und eigenthümlichen Grundſtoff an; andere betrachten die Wärme als eine Qualität, die andern Körpern zukomme, und kein eigenes von den Körpern ſelbſt verſchiedenes Subſtratum ausmache. Der Streit über dieſe Meynungen iſt ſchon ſehr alt, und ſchon Ariſtoteles und die Peripatetiker, Epikur und die Korpuskulariſten trennten ſich in dieſe Claſſen von Meynungen. Unter den neuern hat man immer dieſelbige Frage, nur immer mit andern Worten, wieder aufgeworfen. Die heftigen bemerkbaren Bewegungen in den Körpern, die einem ſtarken Grade der Hitze ausgeſetzt ſind, haben ohne Zweifel dazu Anlaß gegeben, daß man nur Schwingungen, Bewe-

gun-

gungen, reißende Wirbel, Erſchütterung der Körpertheilchen u. dgl. wahrnehmen, und das Principium movens ſelbſt darüber vergaß. Alle diejenigen, welche die Urſach der Wärme als Qualität betrachten, und ſie von der heftigen Erſchütterung der kleinſten Theilchen eines Körpers herleiten, haben gegen ſich: 1) daß in den heißen Körpern die Simultaneität der Erſchütterungen oder ſichtbaren Bewegung der kleinſten Theilchen gänzlich fehlt; 2) daß die bemerkbare Bewegung der Theilchen eines Körpers nicht in Verhältniß ſtehet mit der Intenſität der Wärme; 3) daß die Wärme ſich nicht nach den Geſetzen der Bewegung vertheilt. — Alles läßt ſich viel leichter und natürlicher einſehen, wenn man zur Erklärung der Phänomene der Wärme, und zu der Kraftäußerung derſelben ein eigenes vom Körper ſelbſt verſchiedenes Subſtratum, ein eigenes Princip annimmt. Dies thun auch jetzt die vorzüglichſten Naturforſcher, welche dieſen Gegenſtand bearbeitet haben.

437. §. b.

Ich nenne dies Princip der Wärme, als Urſach betrachtet, das ſich unſerm geſunden Gefühle durch die Wirkung der Erwärmung und Erhitzung zu erkennen giebt, **Wärmeſtoff, Materie der Wärme,** (materiam caloris), um es ſo von der Empfindung, von welcher es die materielle Urſach iſt, zu unterſcheiden. Wir können dies Weſen außer dem eigentlichen Sinne des

des Gefühls keinem andern Sinne bemerkbar darſtellen; daraus läßt ſich aber ſo wenig ein Grund gegen daſſelbe hernehmen, als gegen die Materie des Lichtes deswegen, weil wir ſie nur ſehen, und durch keinen andern Sinn wahrnehmen können. Unſer Sinn des Gefühls iſt wahrhaftig nicht untrüglicher, als das Geſicht; aber unſere Sinnwerkzeuge ſind nicht alle für die Eindrücke jeder Materie in der Welt empfänglich.

437. §. c.

Um die Natur des Wärmeſtoffs, ſeine Verhältniſſe und Eigenſchaften kennen zu lernen, müſſen wir auf die Erſcheinungen und Wirkungen aufmerkſam ſeyn, die es in Verbindung mit andern gröbern und mehr ſinnlichen Stoffen äuſſert. Das erſte, was wir an den erwärmten oder erhitzten Körpern wahrnehmen, iſt ihre Rarefaction, ihre Ausdehnung in einen größern Raum (§. 412.), und die erfolgte Zuſammenziehung, oder Condenſation, wenn die Intenſität der Wärme ſich wieder verliert. Dieſer Rarefaction ſind alle Körper in der Hitze unterworfen, nur in verſchiedenen Graden, und es ſteht die Ausdehnung in gar keinem Verhältniß mit der Dichtigkeit der Körper. Die ſcheinbaren Ausnahmen einiger Körper von dieſer allgemeinen Würkung der Wärme laſſen ſich bey genauerer Unterſuchung leicht erklären, und daher läßt ſich auch das Widerſprechende, was der ſeel. Verf. §. 313 darin findet, leicht heben. Dieſe ſcheinbare

bare Ausnahme machen außer den Eiſe noch das **Roheiſen**, der **Wismuth**, das **Spießglas**, und der **Schwefel**; dieſe Körper ſchwimmen nämlich in ihren feſten Zuſtande auf den geſchmolzenen Körpern ihrer Art; folglich ſind ſie in der flüßigen, und doch durch die Hitze dahin gebrachten Aggregation, weniger ausgedehnt, als im feſten Zuſtande. Allein alle dieſe Körper nehmen beym Geſtehen, wie das Waſſer, wenn es gefriert, eine beſtimmte und regelmäßige Form an, und kryſtalliſiren ſich; dadurch entſtehen Höhlungen und gröbere Zwiſchenräume, zwiſchen den einzeln kryſtalliſirten Theilchen, die auch ſichtbar wahrzunehmen ſind; und daher kömmt es, daß das Ganze ſpezifiſch leichter iſt, obgleich einzelne Theilchen näher zuſammen getreten ſind. Es wird alſo hierdurch das Daſeyn einer **Froſtmaterie** von ihren Vertheidigern ſehr ſchlecht erwieſen. **Kälte** iſt vielmehr nichts poſitives, iſt relative Verminderung der Wärme.

437. §. d.

Die Ausdehnung feſter Körper durch die Hitze kann ſo weit gehen, daß ihr Zuſammenhang endlich ſo geringe wird, daß ſie flüſſig werden. Dieſe Würkung des Wärmeſtoffs auf feſte Körper nennt man das Schmelzen (fuſio). Dieß Flüßigwerden feſter Körper in der Hitze beruht auf der Verwandſchaft der Grundmaſſen der Körper zum Wärmeſtoff, die größer iſt, als die Cohäſion zwiſchen den Grundmaſſen ſelbſt.

Da

Da ſich nun die Verwandtſchaft der Körper nach keinem bis jetzt bekannten allgemeinen Geſetze richtet, ſo darf man ſich auch nicht wundern, wenn man findet, daß einige Körper eine geringere, andere eine größere Hitze zum Schmelzen erfordern; und daß die Schmelzbarkeit der Körper in keinem Verhältniſſe weder mit ihrer Dichtigkeit, noch mit ihrer abſoluten Feſtigkeit ſtehe. Vielleicht giebt es auch wohl keine abſolut unſchmelzbare Körper (corpora refractaria), und die, welche gewöhnlich zu den unſchmelzbaren gerechnet werden, können doch durch Hülfe anderer ſchmelzbarer zum Schmelzen gebracht werden. Die letztern nennt man in dieſen Betracht Flüſſe. So iſt es z. B. das feuerbeſtändige Laugenſalz für die Kieſelerde, der Kalk für die Thonerde.

437. § d.

Die geſchmolzenen Körper werden durch die Veränderung der Wärme oder Hitze wieder feſt, und geſtehen oder gefrieren. Mit Recht kann man behaupten, daß alle tropfbar flüſſige Körper urſprünglich feſt ſind, und daß es bloß in den verſchiednen Graden ihrer Schmelzbarkeit liegt, warum ſie nicht alle bey einerley Temperatur gefrieren. Daß auch das Queckſilber den feſten Aggregatzuſtand einnehme, iſt ſchon oben (§. 434. f. f.) bemerkt worden. Daß Salze in Waſſer aufgelöſt, das Gefrieren des Waſſers verzögern, und den Froſtpunkt deſſelben tiefer hinabſetzen, läßt ſich aus der Bindung der größern

Menge des Wärmeſtoffes erklären; und ſo wird ſich auch in der Folge die Erſcheinnng, daß Schnee mit Salz vermiſcht, kälter wird, und daß dieſe künſtliche Kälte nur ſo lange dauert, bis die Auflöſung des Salzes völlig geſchehen iſt, welche der Hr. V. §. §. 414 für ſchwer zu erklären hält, nach den in der Folge vorzutragenden Geſetzen der Bindung und Entbindung des Wärmeſtoffs ungemein leicht erklären laſſen. Das Daſeyn einer Froſtmaterie wird daraus ganz und gar nicht bewieſen.

437. §. e.

Eine andere Wirkung des Wärmeſtoffs auf viele feſte und flüſſige Körper iſt, daß er ſie ganz oder zum Theil in **Dämpfe** verwandelt (§. 415), die, wenn ſie von einem flüſſigen Stoff herrühren, **Dünſte** heißen, und wenn ſie trocken ſind, den Namen des **Rauches** führen. Auf dieſer Verwandlung der Körper in Dämpfe beruhet auch das **Sieden** der flüſſigen Stoffe. Die elaſtiſchen Blaſen, die dabey von den erhitzten Boden des Gefäßes in die Höhe ſteigen, auf der Oberfläche zerplatzen, und den ſichtbaren Dampf bilden, und deren Entwickelung eben das Aufwallen und die Bewegung der Flüſſigkeit zu Wege bringt, ſind nichts anders als die in den übrigen noch tropfbar flüſſigen Theilen eingeſchloſſene Dämpfe, die ſo lange ſie in den kochenden Körper eingeſchloſſen ſind, ihre nöthige Wärme behalten, und daher luftförmig ausſehen, bey Berührung der Luft zu einer ſichtbaren, aber

noch elaſtiſchen Füſſigkeit zuſammentreten, und wegen ihres geringern ſpezifiſchen Gewichts in der Luft ſchwimmen, oder auch nachher von derſelben aufgelößt werden. Es iſt alſo keine Luft des Waſſers, die an den Blaſen deſſelben beym Sieden und an der Aufwallung ſchuld iſt; höchſtens entwickelt ſie ſich nur anfangs mit, wenn ſie darin enthalten war.

437. §. £.

Die mannichfaltigen flüſſigen Stoffe ſieden nicht alle bey einerley Grad der Hitze, und dieſer Grad ſteht nicht im Verhältniß mit der Dichtigkeit oder Lockerheit der Körper. Die Temperatur, welche die in offnen Gefäßen kochende Flüſſigkeiten annehmen, iſt fix, und läßt ſich durch äußere angebrachte Wärme nicht erhöhen (§. 415.) Dagegen aber lehrt nun die Erfahrung, daß der Druck und die Dichtigkeit der Luft oder der elaſtiſchen Flüſſigkeit überhaupt, die über der Fläche der kochenden Flüſſigkeit ruht, einen beträchtlichen Einfluß auf den Grad der Hitze habe, welchen die Flüſſigkeit beym Sieden annimmt (§. 420) und daß einerley Flüſſigkeit bey deſto geringerer Hitze ſiede, je geringer der Druck der Luft darauf ſey Man ſehe Herrn Achards Abhandl. über das Verhältniß zwiſchen den Druck der Luft auf die Oberfläche der Flüſſigkeiten, und den Grad der Wärme, den ſie beym Kochen annehmen; in ſeinen phyſiſch chymiſchen Verſuchen und Beob. B. 1. S. 213. f. f. Waſſer

kocht daher im leeren Raum der Luftpumpe, und im Pulshammer bey einer ſehr mäßigen Wärme; in verſchloſſenen Gefäßen hingegen, welche das Entweichen der elaſtiſchen Dämpfe erſchweren, und worinn dieſe daher auf die Flüſſigkeit reagiren, braucht dieſe einen weit größern Grad von Hitze, um zum Sieden gebracht zu werden; die Elaſtizität der Dämpfe iſt dann ausnehmend groß, und ſie ſelbſt nähern ſich endlich den luftförmigen Aggregatzuſtande. Beyſpiele geben die Dampfkugel (aeolipila), die Knallkügeichen (§ 415), der papinianiſche Topf, und die Dampfmaſchinen oder ſogenannten Feuermaſchinen.

437. §. g.

Daß der Wärmeſtoff an der Bildung der Dünſte und des Dampfes Urſach ſey, wird dadurch bewieſen 1) weil ohne Wärme kein Damf hervorgebracht werden kann, 2) weil jeder Dampf bey ſeiner Gerinnung wieder Wärme abſetzt, 3) weil der Dampf durch Entziehung der Wärme aufhört, Dampf zu ſeyn, und 4) weil bey der Bildung der Dämpfe aus dem kochenden Waſſer dieß aufhört, einen höhern Grad der Hitze anzunehmen. Dieſer Wärmeſtoff iſt die Baſis der dunſtförmigen Aggregation der Flüſſigkeit, und die Theile der letztern ſind in dem Dampfe nicht bloß mechaniſch, ſondern chemiſch mit dem Wärmeſtoff vereiniget, durch den ſie auch allein Elaſtizität, Expanſibilität und Flüchtigkeit erhalten.

437. § h.

437. §. h.

Die Luft trägt zur Entſtehung der Dämpfe nichts bey, ſondern iſt vielmehr durch ihren Druck hinderlich (§. 437.). Wir müſſen nur die natürliche Verdünſtung eines Körpers von ſeiner Verwandlung in Dampf unterſcheiden. Die erſtere iſt eine Auflöſung deſſelben in der Luft, und das iſt ganz etwas anders. Eine Verdampfung kann auch recht gut mit einer natürlichen Verdünſtung verknüpft ſeyn, oder der entſtandene Dampf kann ſich nachher in der Luft auflöſen. Wenn man jenen Unterſchied genauer erwägt, ſo läßt ſich leicht erklären, warum auch das Eis ausdunſtet.

437. §. i.

Mehrere ältere Naturforſcher nahmen zur Erklärung des Aufſteigens der Dünſte in der Luft, und ihres geringen ſpezifiſchen Gewichts an, daß ſie die Geſtalt von Bläschen hätten, die mit einer verdünnten Luft, oder mit einer feinen Materie angefüllt, oder auch leer wären. Dahin gehören Halley (philoſophic. Tranſ. No. 192.), Chauvin (nova circa vapores hypotheſis, in den miſc. berolinenſ T. I. S. 120.), Leibnitz de elevatione vaporum et de corporibus, quae ab incluſam cavitatem in aëre natare poſſunt, ebendaſ. S. 123). Durch Veranlaſſung der Akademie der Wiſſenſch. zu Bourdeaux im Jahr 1743. erſchienen die Preisſchriften des Herrn Kratzenſteins (Abhandl. vom Aufſteigen der

Dünnſte und Dämpfe. Halle 1744. 8.) und Hambergers Diſſ. ſur la cauſe de l'elevation des vapeurs Bourdeaux. 1743. Der erſtere nahm das Syſtem der Bläschen an, der letztere erklärte das Aufſteigen der Dünſte durch Adhäſion der Theilchen an die Luft und ans Feuer. Die letztere Meynung wird ſchon dadurch widerlegt, daß auch in der Toricelliſchen Leere die Verwandlung in Dünſten ſtatt findet, und zwar noch leichter als in der Luft, wie Hrn. Abbe **Grubers** Erfahrungen beweiſen (**Verſuche über die Ausdünſtung des Waſſers im leeren Raume des Barometers, in Crells Beyträgen zu den chem. Anal B. IV. N. 1. S. 26. f. f.**) Endlich hat auch Hr. von Saußüre das Daſeyn der Bläschen in dem in der Luft ſchwimmenden Dampfe verthendigt, und die Art, ſie durch ein Vergrößerungsglas zu beobachten, gezeigt (Eſſais ſur l'hygrometrie. Eſſai III. ch. 1. u. 2). Es erhellet aber aus den Verſuchen dieſes Naturforſchers, daß nur die aus der Luft ſich niederſchlagenden, oder in der mit den aufgelößten Dünſten ſchon geſättigten Luft ſchwimmenden Dünſte dieſe Geſtalt haben; in den eigentlich reinen, ohne Zutritt der Luft, wie im leeren Raum, erhaltenen Dämfen läßt ſich die Bläschengeſtalt keinesweges darthun noch erweiſen; denn dieſe eigentlichen Dämpfe ſehen völlig luftförmig aus. Ueber die Entſtehung jener Bläschen läßt ſich auch wohl bis jetzt keine befriedigende Erklärung geben. Die Expanſion der Flüſſigkeit in den

dämpfen durch den Wärmeſtoff, und die durch den letztern erhaltene Veränderung ihres abſoluten Gewichts iſt hinreichend, um die Leichtigkeit der Dämpfe und Dünſte überhaupt zu erklären.

437. §. k.

Auf die verſchiedenen Grade der Hitze, welche die Körper oder ihre Beſtandtheile erfordern, um in Dämpfe verwandelt zu werden, gründet ſich die Eintheilung der Stoffe in flüchtige (volatilia) und feuerbeſtändige (fixa). Die Flüchtigkeit oder Feuerbeſtändigkeit ſind aber nur relativ, und vielleicht giebt es wohl keinen abſolut feuerbeſtändigen Körper; wenigſtens können manche ſehr feuerbeſtändige Stoffe durch andere flüchtige zur Verwandlung in Dämpfe gebracht werden, das heißt denn die **Mitverflüchtigung**, wovon die Kieſelerde durch die Flußſpathſäure, das Eiſen durch die Salzſäure, Beyſpiele geben. Die Natur erkennt auch keine Grenzlinie zwiſchen den feuerbeſtändigen und flüchtigen Körpern, und die Kunſt hat noch keine gezogen. Sonſt gründen ſich auf die verſchiednen Grade der Flüchtigkeit der Körper in der Hitze verſchiedene chemiſche Operationen, wie z. B. das **Abrauchen** und **Eindicknen**, das **Deſtilliren** und **Sublimiren**, worüber man das Weitere in meinem ſyſtematiſchen Handbuche der Chemie. Th. I. S. 100 bis 123 nachſehen kann.

437. §. k.

Manche Materien werden in der Hitze oder Wärme und zwar beym gänzlichen Ausſchluß der atmoſphäriſchen Luft, in elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandelt, die durch die Kälte oder Entziehung der Wärme nicht wie die eigentlichen Dünſte und Dämpfe zu einem tropfbar flüſſigen oder feſten Körper zuſammentreten, ſondern ihren Aggregatzuſtand behalten. Sie unterſcheiden ſich alſo durch die Permaneität ihrer Elaſtizität. Sie werden in der Folge unter den Namen der luftförmigen Flüſſigkeit, der **Luftarten**, der **künſtlichen Luftarten**, vorkommen. Der einzige Unterſcheid, den ich zwiſchen dieſen und den Dämpfen finden kann, beruht in der verſchiedenen Menge des Wärmeſtoffs und der verſchiedenen Stärke der Vereinigung. In den Luftarten iſt der Wärmeſtoff in größerer Menge und inniger mit den Grundtheilen vereiniget, als in den Dünſten; und mehrere der letztern werden durch eine ſtärkere Erhitzung auch völlig luftförmig und permanent elaſtiſch, ſo wie hinwiederum verſchiedene Luftarten bey Berührung der atmoſpährischen Luft zu Dünſten niedergeſchlagen werden, wovon Beyſpiele in der Folge vorkommen.

437. §. l.

Wenn wir auf die erhitzten Körper genau acht geben, ſo finden wir, daß ſie rund um ſich her die Wärme verbreiten, und daher ein Thermometer afficiren, man mag es ihnen, von welcher

cher Seite man will nähern; daß jeder erhitzte Körper ſeine Hitze nach und nach wieder verliert, wenn er nicht von anders her neue Hitze empfängt; und daß ſelbſt die dichteſten Körper, die wir kennen, nicht vermögend ſind, die Wärme in einem Körper zurückzuhalten. Dieſer Ausfluß des Wärmeſtoffes aus einem erhitzten Körper befolgt keinesweges die Geſetze der Ausbreitung des Lichts, und die Aehnlichkeit, welche der Hr. Verf. §. 409 und 410 erwähnt, paßt zwar aufs Feuer, aber nicht auf die Wärmematerie.

437. §. m.

Wenn nun ein Körper nach den Thermometer mehr Wärme, oder eine höhere Temperatur hat, als ein anderer, und wir vermiſchen beyde zuſammen, ſo pflanzt ſich die Wärme von jenen in dieſem fort, und der kältere entzieht den Ueberfluß der Wärme dem wärmern. Der eine ſcheint alſo von derſelben zu verlieren, und der andere zu überkommen; und dies dauert ſo lange fort, bis das Thermometer in beiden eine gleichförmige Temperatur zeigt. Dieſes wichtige Phänomen heißt die **Mittheilung** der Wärme. Aus der Allgemeinheit deſſelben ſchließen wir, daß der Wärmeſtoff ein beſtändiges Beſtreben habe, ſich durch alle Körper zu verbreiten, bis ſie zu einer gleichen Temperatur gebracht ſind.

437. §. n.

Hieraus folgt, daß die Temperatur eines Körpers nie größer bleiben kann, als die der umgebenden Körper iſt, wenn nicht immer neuer Wärmeſtoff hinzukömmt; daß, weil wir aber doch immer abwechſelnde Temperatur in der Welt antreffen, immer Urſachen da ſeyn müſſen, welche neuen Wärmeſtoff herzuführen, oder auch entziehen können. Kein einziger Körper iſt der Mittheilung der Wärme unfähig.

437. §. o.

Beym erſten Anblick ſcheint es freylich der Natur der Sache gemäß zu ſeyn, daß die Vertheilung der Körper ſich nach den Maſſen richtet, oder der Summe der materiellen Theile der Körper in dem beſtimmten Umfange proportional ſey; weil wir gewöhnlich finden, daß dichtere Körper die Wärme ſchneller und mehr davon in ſich nehmen, als lockere von gleichem Umfange, und daß jene daher andre auch mehr erkälten, und langſamer ihre Wärme verlieren, als dieſe. So erkältet z. B. ein Stück kaltes Metall unſere Hand mehr, als ein gleiches Stück Holz von eben der Temperatur, ein Luftthermometer dehnt ſich ſchneller aus als ein Queckſilberthermometer, u. ſ. w. Man würde ſich aber irren, wenn man glauben wollte, daß die Mittheilung des Wärmeſtoffs unter die Körper ſich nach der Maſſe richtete. **Boerhave** und **Fahrenheit** fanden ſchon, daß Queckſilber und Waſſer in verſchiedener

dener Temperatur vermengt, eine mittlere erhielten, welche nicht der Maſſe proportinal war. Sie ſchloſſen daraus zu allgemein, daß die Wärme ſich nach Innhalt der Umfänge unter die Körper vertheile.

437. §. p.

Bey Körpern von einerley Art, oder bey gleichartigen Stoffen, iſt die Vertheilung der Wärme den Räumen oder den Maſſen derſelben proportional eben weil ſie gleichartig ſind, oder: wenn zwey gleiche Theile von einem und eben demſelben Körper in verſchiedenen Temperaturen mit einander innigſt vermengt werden, ſo wird die Wärme gleichförmig unter ſie vertheilt; oder die Quantität des Wärmeſtoffes, welche der wärmere Theil dem kältern mitgetheilt hat, macht die Hälfte des Unterſchiedes der einzeln Wärmen aus. Hieraus folgt nun weiter, daß Körper von einerley Art, bey gleichen Temperaturen, in gleichen Maſſen, und alſo auch in gleichen Umfängen, gleiche Quantitäten des Wärmeſtoffs enthalten. Man kann daher, nach der Richmannſchen Regel, bey ungleichen Quantitäten und Temperaturen der zu miſchenden gleichartigen Dinge diejenige Temperatur leicht finden, die nach der Vermiſchung daraus entſpringt, wenn man die Maſſe M, m, mit den correſpondirenden Graden ihrer Temperatur T, t multiplicirt, und die Summe dieſer Producte durch die Summe der Maſſen divi-

dividirt; oder die Temperatur nach der Vermiſchung iſt $= \frac{TM + tm}{M + m}$.

437. §. q.

Wenn hingegen Körper von verſchiedener Natur und Beſchaffenheit, oder welche ungleichartig gegen einander ſind, in verſchiedenen Temperaturen mit einander zuſammengebracht werden, ſo iſt der Erfolg gewöhnlich ganz anders, und die Erfahrung lehrt, daß ſich die Wärme in einem Verhältniſſe vertheilt, welches weder den Maſſen noch den Räumen der Körper proportional iſt. Wenn z. B. 1 Pfund Queckſilber und 1 Pf. Waſſer, das eine höhere Temperatur hat, als jenes, mit einander zuſammengemiſcht werden; ſo wird die Wärme des Gemenges allezeit größer, als das arithmetiſche Mittel ſeyn; Wenn aber das Queckſilber heißer iſt, als das Waſſer, ſo wird die Temperatur des Gemenges weniger betragen, als das arithmetiſche Mittel. Es wird alſo hierbey ein anderes Reſultat ſtatt finden, als bey der Vermiſchung gleichartiger Subſtanzen von ungleicher Temperatur und gleichen Maſſe (§. 437. p.). Wenn das Pfund Queckſilber 110 Gr. und das Pfund Waſſer 44 Gr. hätte; ſo müßte, wenn die Vertheilung der Wärme ſich nach den Maſſen richtete, die Temperatur des Gemenges 77 Gr. werden; ſie wird aber nur 47 Gr.; und wenn das Queckſilber 44 Gr. und das Waſſer 110 hat; ſo wird ſie 107 Gr.

Wenn

Wenn alſo das Queckſilber 63 Grad durch Vertheilung verliert, ſo gewinnt das Waſſer nur 3 Grad; und wenn hinwiederum das Waſſer 3 Gr. verliert, ſo gewinnt das Queckſilber 63 Gr. Wenn daher die Wärme des Waſſers bey dem Zuſammenmiſchen mit Queckſilber, bey gleichen Maſſen, um 1 Gr. wächſt, oder vermindert wird; ſo vermindert ſich oder wächſt die Wärme des Queckſilbers um 21 Gr. Wir können alſo weiter ſchließen: ſo viele Wärmetheile das Waſſer um 1 Grad in der Temperatur erhöhen können, machen ein eben ſo großes Gewicht Queckſilber um 21 Grad wärmer; und wenn Queckſilber und Waſſer bey gleichen Gewichten gleich warm ſind, ſo ſind in dem Waſſer 21 mal mehr Wärmetheile, als in dem Queckſilber.

437. §. r.

Mehrere ähnliche Verſuche belehren uns nun, daß die Quantitäten des Wärmeſtoffs in Körpern von ungleicher Art, bey gleicher Temperatur, weder mit ihren Maſſen, noch mit ihren Räumen, im Verhältniſſe ſtehen; ſondern daß vielmehr die verſchiednen Körper in der Natur eine ſehr mannichfaltige Anziehungskraft, Empfänglichkeit, Kapazität haben, die Wärme anzunehmen. Daher kömmt es, daß die ungleichartigen Körper auch eine verſchiedene, bald eine größere, bald eine geringere, Menge des Wärmeſtoffs erfordern, um zu einer beſtimmten Temperatur zu kommen, und daß eine gleiche Menge

ge des Wärmeſtoffs die verſchiedenen Körper ungleich erwärmt. Hieraus folgt weiter, daß in Körpern von verſchiedener Art die Quantitäten des Wärmeſtoffs ungleich ſeyn können, wenn gleich die Temperaturen und Maſſen dieſer Körper gleich ſind. So muß z. B. in dem Waſſer, bey gleicher Temperatur und bey gleichem Gewichte mit dem Queckſilber 21 mahl mehr Wärmeſtoff enthalten ſeyn, als im Queckſilber. Dieſe Verhältniſſe der Quantitäten des Wärmeſtoffs bey gleichen Temperaturen und Maſſen in verſchiedenen Körpern nennt man die ſpezifiſche Wärme, oder mit Hrn. Crawford auch komparative Wärme. Man hat ſchon eine Reihe von Verſuchen über dieſen Gegenſtand geſammlet, die erſte in neuern Zeiten ins beſondere Hr. Wilke, Black, Crawford, Lavoiſier u. a. bearbeitet haben. Man hat ſchon Tafeln über die Verhältniſſe dieſer ſpezifiſchen Wärme der Körper entworfen; man darf ſich aber nicht ſchmeicheln, ,ne völlige Uebereinſtimſtimmung der Reſultate mehrerer Naturforſcher, und eine völlige Genauigkeit zu erwarten, theils wegen der Feinheit der Verſuche ſelbſt, theils wegen der mannigfaltigen Irrthümer, die dabey ſtatt finden können. Die vorzüglichſten hieher gehörigen Schriften ſind: J. E. Wilke Verſuche über die eigenthümliche Menge des Feuers in den Körpern, und deren Meſſung in den ſchwed. Abhandlungen 1781. Th. II. S. 49; Adair Crawford Experiments and obſer-

ſervations on animal heat, and the inflammation of combuſtible bodies. Lond. 1778. 8. und neu herausgegeben mit vielen Zuſätzen und Abänderungen. ebendaſ. 1788. 8. überſ. Leipz. 1789. 8. Ein Auszug der erſtern Ausgabe iſt: I. S. Magellan Eſſai ſur la nouvelle Theorie du feu elementaire et de la chaleur des corps à Londres. 1780. 4; überſ. Leipz. 1782. 8. und einen Auszug der neuern habe ich im meinem Journal der Phyſ. B. I. H. I. S. 5. f. f. geliefert. Sonſt findet man noch hieher gehörige Nachrichten, in unſers ſeel. Verf. Anleitung zur gemeinützigen Kennt. der Nat. S. 601. f. f. in der von H. H. R. Lichtenberg beſorgten Ausgabe der Erxlebenſchen Anfangsgr. der Naturl. S. 431 f. f.; und in Scopolis und Volta's Abhandl. über die Wärme, überſ. in Crells neueſten Entdeckungen der Chemie Th. XII. S. 3. f. f.; Vom Wärmeſtoff ſeiner Vertheilung, Bindung und Entbindung, von Fr. Xav. Baacker. Wien und Leipz. 1786. 4.

437. §. ſ.

Man beſtimmt die Verhältniſſe der ſpezifiſchen Wärme bey Körpern von ungleicher Art, nach dem vorher angeführten Exempel des Waſſers und Queckſilbers, aus den Veränderungen der Temperaturen, welche ſie zeigen, wenn ſie in verſchiedenen Temperaturen vermiſcht werden, und hernach durch Vertheilung der Wärme auf eine gemeinſchaftliche gebracht ſind. Wenn die

Qua=

Quantitäten der Materien, d. h. wenn die Maſſen gleich, und die Temperaturen ungleich ſind, ſo verhalten ſich die ſpezifiſchen Wärmen umgekehrt, wie die Veränderungen der Temperaturen, nachdem ſie auf eine gemeinſchaftliche gebracht ſind. Wenn C, c die ſpezifiſche Wärme, und x, y, die Veränderungen der Temperaturen ſind, die zwey Körper bey ihrem Zuſammenmiſchen eine ungleiche Temperatur erleiden; ſo iſt $C : c = y : x$; folglich $C = \frac{cy}{x}$. Geſetzt 1 ℔ Queckſilber und 1 ℔ Waſſer, alſo gleiche Maſſen, werden in ungleichen Temperaturen mit einander vermiſcht, jenes von 110 Grad Fahrenh. und dieſes von 42 Grad; und nach der Bewürkung der gemeinſchaftlichen Temperatur wird dieſe 47 Grad befunden, ſo iſt die Veränderung der Temperatur im Queckſilber oder $x = 110 - 47 = 63$ Grad, die Veränderung der Temperatur im Waſſer y hingegen iſt $= 44 - 47$ Grad $= 3$ Grad; folglich verhält ſich die ſpezifiſche Wärme des Queckſilbers oder C zu der des Waſſers oder $c = 3 : 63 = 1 : 21$, oder die ſpezifiſche Wärme des Waſſers iſt 21 mal größer, als die des Queckſilbers.

Wenn aber die Quantitäten der Materie, die in ungleichen Temperaturen mit einander vermiſcht ſind, ungleich ſind, ſo verhalten ſich die ſpezifiſchen Wärmen umgekehrt, wie die Producte aus den Veränderungen der Temperaturen in die Quantitäten. Wenn dieſem nach

Q, q die Quantitäten der Materie, und T, t die veränderten Temperaturen zweyer ungleichartiger Körper ſind, ſo verhalten ſich die ſpezifiſchen Wärmen derſelben C, c gegen einander = qt: QT, und $C = \frac{cqt}{QT}$. Der Erfinder dieſer Formel iſt Hr. Irvine in Glasgow. Wenn alſo 14 Pf. Queckſilber von 100 Grad mit 1 Pf. Waſſer von 50 Gr. vermiſcht werden, und nachdem alles auf eine gleichförmige Temperatur gebracht iſt, dieſe 70 Grad befunden würde, ſo hätten 14 Pf. Queckſilber 100 — 70 = 30 Grad verlohren, 1 Pf. Waſſer dagegen hätte 50 — 70 = 20 Grad gewonnen; folglich verhielt ſich die ſpezifiſche Wärme des Queckſilbers C zu der des Waſſers c = 1.20 : 14.30 = 20 : 420 = 1 : 21.

Verſuche dieſer Arten erfordern aber ungemein viel Genauigkeit und Vorſicht; und ſind gar zu leicht Irrthümern unterworfen. Die Regeln welche dabey zu beobachten nothwendig ſind, um die Urſachen zu vermeiden, welche einen Mangel an Genauigkeit veranlaſſen könnten, hat Hr. Crawford (in der angeführten Schrift neue Ausg. S. 95 f. f.) geſammlet.

437. §. t.

Es erhellet aus dieſen Erfahrungen ganz offenbar, daß in Körpern verſchiedener Art ungleiche Quantitäten des Wärmeſtoffs ſeyn können, wenn auch die Temperaturen und Maſſen

gleich ſind. So wäre alſo dem vorhergehenden Exempeln zu Folge in dem Queckſilber 21 mal weniger Wärmeſtoff als in einer gleich großen Maſſe Waſſer, und doch wäre in beyden die Temperatur gleich. Hieraus folgt, daß nothwendig gewiſſe weſentliche Unterſchiede in der Natur der Körper ſeyn müſſen, nach welchen einige von ihnen die Kraft haben, den Stoff der Wärme in größerer Menge aufzunehmen, als andere, ohne daß ſie dadurch in eine höhere Temperatur verſetzt würden, und daß der Stoff der Wärme ſich dergeſtalt mit den Körpern oder ihren Beſtandtheilen verbinden könne, daß wir ihn nicht mehr durch unſer Gefühl, und durchs Thermometer wahrzunehmen im Stande ſind, ſo wie eine Säure, wenn ſie mit dem Laugenſalz vereinigt wird, auch ihren eigenthümlichen ſauern Geſchmack und ihre Würkungen die ihr als Säure zukommen, nicht mehr zeigt.

437. §. u.

Wir unterſcheiden hiernach **gebundene Wärmematerie** (die einige auch **verborgene, fixirte Wärme** nennen), von der **freyen** oder **bewegten**. Jene iſt mit andern Stoffen ſo vereiniget, daß ſie in ihrer Zuſammenſetzung damit ihre eigenthümlichen Eigenſchaften, ihre Würkung aufs Gefühl oder aufs Thermometer nicht äußern kann; was hingegen bey dieſer ſtatt findet, die daher auch **Thermometerwärme, fühlbare Wärmematerie** heißt. Der gebundene

Wär-

Wärmeſtoff iſt keinesweges in den Körpern unthätig, ſondern er bringt eben nach ſeiner verſchiedenen Menge in denſelben die Verſchiedenheit des Aggregatzuſtandes der tropfbaren Flüſſigkeit, der dampfförmigen und der luftförmigen Flüſſigkeit zu Wege. Die verſchiedenen Kräfte der Stoffe und der Körper, den Wärmeſtoff in größerer oder geringerer Menge zu binden, kann man auch die verſchiedenen Kapazitäten derſelben gegen den Wärmeſtoff nennen, und es folgt: daß wenn ſich die Kapazität eines Körpers bey der bleibenden Quantität des Wärmeſtoffs ändert, ſich auch die Temperatur ändert; wenn jene vermehrt wird, dieſe vermindert oder Kälte hervorgebracht, und wenn jene vermindert wird, dieſe vermehrt oder fühlbare Wärme hervorgebracht wird.

437. §. v.

Aus einer Menge von Erfahrungen, die man in neuern Zeiten angeſtellt hat, laſſen ſich nun folgende allgemeine Geſetze zur Beſtimmung der Aendrung der Kapazitäten bey Körpern von einerley Art nach der Verändrung ihres Aggregatzuſtandes feſtſetzen, und darnach die Urſachen von der Aendrung der Temperatur einſehen, und beſonders auch die Phänomene leicht erklären, die der ſeel. Hr. Verf. nach §. 414. für ſo proplematiſch hielte. 1) Wenn ein Körper aus

dem Zuſtande der Feſtigkeit in den der Flüſſigkeit übergehet, ſo wird ſeine Kapazität gegen den Wärmeſtoff vermehrt, oder es wird Kälte hervorgebracht. Hieraus läßt ſich erklären: warum Eis oder Schnee beym Schmelzen ſo viel Wärme verſchluckt; warum z. B. 1 Pfund Schnee und ein Pfund warmes Waſſer bis 160° nach der Vermiſchung noch auf 0° bleiben; warum die Temperatur des ſchmelzenden Schnees oder Eiſes unveränderlich iſt; warum kryſtalliniſche Salze beym Auflöſen in Waſſer Kälte hervorbringen; warum die Kälte ſo anſehnlich groß wird, wenn man Schnee oder Eis mit rauchendem Salpetergeiſte zum ſchnellen Schmelzen bringt; warum eben das geſchiehet, wenn man kryſtalliniſches Glauberſalz in Salpeterſäure auflößt; warum Schnee und Salz mit einander vermiſcht, ſo ſtark erkälten; und auch Metalle, ehe ſie ſchmelzen, den Wärmeſtoff verſchlucken. Mehrere hieher gehörige Verſuche über die Hervorbringung der künſtlichen Kälte hat Hr. Walker angeſtellt, die Hr. Beddoes in den philoſophic. Tranſ. 1787. P. I. S. 282. beſchrieben hat, und die im 3ten St. des IV. B. der Samml. zur Phyſ. und Naturgeſch. überſetzt ſind. Hrn. Blagden's Verſ. über die Erniedrigung des Gefrierpunktes des Waſſers durch verſchiedene Subſtanzen, die ich aus den philoſ. Trans. 1788. P. II. im Auszuge im Journal der Phyſ. B. 1 H. 3. S. 309. überſetzt mitgetheilt habe, enthalten ebenfalls

falls mehrere hieher gehörige ſchätzbare Bemerkungen.

437. §. w.

2) **Die Kapazität gegen den Wärmeſtoff wird vermindert, oder es wird fühlbare Wärme hervorgebracht, wenn Körper aus dem Zuſtande der Flüſſigkeit in den der Feſtigkeit übergehen, oder auch, wenn ſie dichter werden.** Dieſer Satz iſt der umgekehrte des vorigen, und ſie dienen ſich einander wechſelſeitig zur Beſtätigung. Wenn Waſſer auf ungelöſchten Kalk gegoſſen wird, ſo entſteht eine beträchtliche Erhitzung, die man ſonſt aus der Entwickelung der im Kalke enthaltenen Feuertheile herleitete, die aber lediglich dem Waſſer zuzuſchreiben iſt, welches mit dem Kalke zum feſten Körper, zum Kryſtalliſationswaſſer deſſelben wird, und ſeinen flüſſigen Zuſtand mit dem feſten vertauſcht, alſo alle die Wärmetheile fahren läßt, die es in dem erſten Zuſtande mehr hatte, als im letzten. Eben ſo bringt auch das Waſſer, wenn es beym Ruhigſtehen bis unter dem Gefrierpunkt erkältet war, und nun durch Schütteln zum Gefrieren gebracht wird, eine Erhöhung der Temperatur zu Wege; und eben ſo thut es auch die Auflöſung des Glauberſalzes in dem Augenblicke, da ſie kryſtalliſirt. Die ſonſt paradoxe Erſcheinung, daß zerfallenes Glauberſalz oder zerfallenes Mineralalkali oder Bitterſalz mit Waſſer zuſammengerührt Wärme entwickeln, da ſie im kry-

ſtalliniſchen Zuſtande ſonſt Kälte damit hervor=bringen, läßt ſich aus dem angeführten Geſetze leicht erklären; denn im erſten Falle verwandeln ſie das Waſſer, das ſie mit Schnelligkeit in ſich nehmen, in Kryſtalliſationswaſſer oder in feſtes Waſſer; im letztern Falle werden ſie ſammt ih=rem Kryſtalliſationswaſſer ſelbſt flüſſig. Es iſt eine ziemlich allgemeine Bemerkung, daß zur Winterszeit kurz vor dem Schneyen die Tem=peratur der Atmoſphäre etwas erhöhet, und das Wetter etwas gelinder wird. Davon läßt ſich nach dem bisher Angeführten ebenfalls die Urſach an=geben, indem das in der Luft aufgelößte Waſ=ſer den Wärmeſtoff fahren läßt, wenn es ge=friert, und jener ſich nun der Atmoſphäre mittheilt und ihre Temperatur erhöhet. Noch läßt ſich daraus erklären, warum Harz und Fettigkeiten, wenn ſie geſchmolzen worden ſind, beym Geſtehen ſo lange Zeit eine fixe Tempera=tur behalten und ſo ſpät abkühlen. Vitriolöl, Salpeterſäure, Weingeiſt müſſen ſich mit Waſ=ſer erhitzen oder erwärmen, weil ſie damit dicht werden; und dies iſt gewiß auch der Grund, warum die Auflöſungen der Metalle in Säuren ſo viel ſichtbare Wärme hervorbringen.

437. §. x.

3) **Der Wärmeſtoff wird gebunden, oder die Kapazität der Körper gegen den Wär=meſtoff wird vermehrt, wenn ſie aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den der dampfförmigen übergehen.** Es laſſen ſich von

von dieſem Geſetze ſehr viele fruchtbare Folgerungen zur Erklärung ſehr vieler Phänomene machen. Dahin gehört; warum das Waſſer beym Kochen in offenen Gefäßen und beym unveränderten Druck der Atmoſphäre (§. 420) ſtets einerley Hitze annimmt; warum durch noch ſo viel äußere Hitze dabey die Temperatur nicht verändert wird: weil nämlich alle Hitzmaterie, die überſchüſſig iſt, das Waſſer bis zum Siedepunkt zu erheben, nun vom Waſſer gebunden wird, das damit zum Waſſerdampf wird; warum die Gefäße, worinn Waſſer kocht, durch das untergelegte Feuer nicht ſtärker erhitzt werden können; wie ſelbſt in einer papiernen, inwendig lackirten, Pfanne Waſſer zum Kochen gebracht werden kann, ohne daß jene anbrenne; warum ein Zwirnsfaden, der dicht um ein dünnes Medizinglas voll Waſſer gelegt iſt, an der Flamme eines Lichts nicht verbrennt, u. d. gl. Einige Tropfen Aether auf die Kugel eines empfindlichen Luftthermometers getröpfelt, bringen daſſelbe ſogleich zum Sinken. Je ſtärker und ſchneller die Verdunſtung deſſelben geſchiehet, deſto größer iſt auch die Menge des Wärmeſtoffs, die er auf einmal bindet, und folglich unfähig macht, das Gefühl und das Thermometer weiter zu afficiren. Durch ihn ließe ſich das Problem löſen, einen Menſchen dadurch zum Erfrieren zu bringen, daß man ihn nackend im Sonnenſcheine zu einer heißen Jahreszeit mit einer temperirten Flüſſigkeit übergöße. Wenn man ferner ein empfindliches Luftthermo-

meter unter dem Rezipienten der Luftpumpe ſo applicirt, daß die oben offene Röhre des Thermeters mit der äußern Luft in Gemeinſchaft bleibt, ſo wird dies ſogleich merklich ſinken, wenn man die Luft aus dem auf naſſem Leder ſtehenden Rezipienten auszieht und verdünnt; nun verwandelt ſich nämlich das Waſſer des Leders ſogleich in Dunſt, der zu ſeiner Entſtehung Wärmeſtoff nöthig hat, und ihn daher den Körpern entzieht, die er während ſeiner Erzeugung berührt. Es laſſen ſich hievon noch allerley Anwendungen auf das Abkühlen der Zimmer durchs Beſprengen zur Sommerszeit; auf dem Urſprunge der Kühle oder Kälte an feuchten Orten zur warmen Jahrszeit; auf die Entſtehung des Hagels bey ſchweren Gewittern, und überhaupt auf die Veränderung der Temperatur unſerer Atmoſphäre durch die Bildung der Dünſte machen.

437. §. γ.

4) Das vierte Geſetz iſt wieder das umgekehrte des vorigen: **Die Kapazität eines Körpers gegen den Wärmeſtoff wird vermindert, oder er bringt fühlbare Wärme hervor, wenn er aus dem Zuſtande des Dampfes in den einer tropfbaren Flüſſigkeit oder der Feſtigkeit zurückkehrt.** Er hat in dieſen veränderten Aggregatzuſtande nicht mehr die größere Quantität des gebundnen Wärmeſtoffs nöthig, den er alſo fahren läßt, und als fühlbare Wärme abſetzt. Dies iſt der Grund, warum Waſſerdamf von 212 Grad Wärme, wenn er abgekühlt wird, und ſich

ſich wieder zum tropfbaren Waſſer niederſchlägt, z. B. in den Röhren des Helms und des Kühlfaſſes vom Deſtillirgeräthe hier eine ſo beträchtliche Wärme abſetzt, die von eben ſo viel Waſſer dem Gewichte nach und bey eben der Temperatur bey weiten nicht abgeſetzt werden kann; warum ein empfindliches Thermometer unter einem leer gemachten Recipienten der Luftpumpe, der mit naſſem Leder geſchloſſen iſt, merklich ſteigt, wenn man wieder Luft hinzuläßt, und ſich dadurch der vorher entſtandne Dunſt des Waſſers wieder niederſchlägt, obgleich die hinzugelaſſene Luft keine höhere Temperatur hat, als der Recipient. Auch in der Meteorologie dient dies Geſetz zur Erklärung der Erhöhung der Temperatur der Luft, die vorher gehet, ehe ſich die Dünſte derſelben zum Schnee verdichten.

437. §. z.

5) **Der Wärmeſtoff wird von den Körpern gebunden, und ihre Kapazität dagegen wird vermehrt, wenn ſie aus dem Zuſtande der Feſtigkeit, der tropfbaren Flüſſigkeit, oder des Dampfes in den luftförmigen Zuſtand übergehen.** Daher haben alle Luftarten, die im Grunde alle feſte oder tropfbar flüſſige Stoffe ſind, welche durch den Wärmeſtoff in dieſen Aggregatzuſtand verſetzt worden ſind, eine ſo große Menge ſpezifiſcher Wärme, und daher brauchen ſie alle bey ihrer Entſtehung Wärmeſtoff. Wenn man ätzendes flüchtiges Laugenſalz mit gewöhnlichem Scheidewaſſer vermiſcht,

ſo entſteht eine beträchtliche Erhitzung, wegen des erſten Geſetzes (§. 437. v.); nimmt man aber luftſaures flüchtiges Laugenſalz, ſo iſt dieſe Erhitzung nicht wahrzunehmen, und es findet vielmehr Erkältung ſtatt, weil der Stoff der Luftſäure, der ſich im letztern Falle als elaſtiſche Luft daraus entwickelt, Wärmeſtoff braucht, um luftförmig zu werden, und dieſen daher dem Gemiſche entzieht, ſo wie er ſich bildet.

437. §. aa.

6) **Wenn im Gegentheil ein Körper aus dem luftförmigen Aggregatzuſtande zurückkehrt zum dampfförmigen, tropfbar flüſſigen oder feſten Stoffe, ſo wird ſeine Kapazität gegen den Wärmeſtoff vermindert, und er ſetzt fühlbare Wärme ab.** Die Fälle, wodurch dies Geſetz, und durch daſſelbe auch nochmehr das vorhergehende, beſtätigt wird, ſind ſehr viel, die ſich am beſten in der Folge bey der Lehre von den luftförmigen Flüſſigkeiten anführen laſſen. Ich erwähne ſie daher hier nur hiſtoriſch. Dahin gehört die Erzeugung einer merklich fühlbaren Wärme bey der Verwandlung der Salpeterluft durch reſpirable oder reine in Salpeterdampf; der ſalzſauren Luft durch reſpirable in Dämpfe, und durch flüchtig alkaliniſche in feſten Salmiak; der hepatiſchen Luft durch dephlogiſtiſirte Salzſäure in feſten Schwefel; der flußſpathſauren Luft durch reſpirable im Dampf; der Luftſäure und flüchtig alkaliniſchen

ſchen durch ihre Vermiſchung in einen feſten Kör- per; das Schmelzen des Eiſes in flüchtig alkaliniſchen, ſalzſauren und flußſpathſauren Luft, u. d. gl. m.

437. §. bb.

Es kann ſolchergeſtalt auf mancherley Weiſe Wärme hervorgebracht werden, ohne daß von außen durch Entzündung oder Verbrennen Wärme entwickelt wird, bloß dadurch, daß Körper ihren Aggregatzuſtand oder ihre Form, und damit zugleich ihre Kapazität gegen den Wärmeſtoff ändern, ſo wie dadurch auch gleichermaßen wieder Kälte hervorgebracht werden kann. Es erhellet aus dem bisher Vorgetragenen auch aufs deutlichſte, daß der Wärmeſtoff unter die Körper weder nach Verhältniß ihrer Maſſen, noch ihrer Umfänge vertheilt ſey.

437. §. cc.

Die Zeit, welche ein Körper braucht, um zu einer gegebnen Temperatur erhoben zu werden, richtet ſich ebenfalls nach keinem bis jetzt bekannten allgemeinen Geſetz. Wir haben aber darüber auch bis jetzt noch nicht genug Erfahrungen, die mit der gehörigen Genauigkeit angeſtellt wären, um ein allgemeines Geſetz ausfindig machen zu können. Die Verſuche des Herrn **Chevalier Thompſon** über dieſen Gegenſtand veranlaſſen den Wunſch, daß derſelbe weiter bearbeitet werden mögte. Die von ihm darüber ab-

abgefaßte Abhandlung führt den Titel: New Experiments upon Heat, by Sir *Benj. Thompſon*. London 1786. 4. Unterſuchungen über die Entwickelung des Wärmeſtoffs beym Verbrennen, ſeine Verbindung mit dem Licht, und über einige andere Eigenſchaften deſſelben werden noch im folgenden Abſchnitt in den Anmerkungen zu der **Lehre vom Feuer** vorgetragen werden.

Der XX. Abſchnitt.

Vom Feuer und den Wirkungen deſſelben auch vom einfachen Brennbaren in Verbindung mit den Grundſtoffen andrer Maſſen.

438. §.

Daß mit dem Sieden der flüſſigen Maſſen zugleich die Auflöſung in Dämpfe verbunden ſey, iſt oben (413. §.) ſchon bemerkt worden. Weil dies ein Erfolg von der ſtarken Ausdehnung iſt, und feſte Maſſen von der Wärme ebenfalls aus-

ausgedehnt werden; ſo wird daraus begreiflich, daß ſelbſt feſte Maſſen einer hinlänglich ſtarken Hitze ausgeſetzt in ſolche Dämpfe übergehen können. Man ſagt von ſolchen Maſſen überhaupt, daß ſie **im Feuer flüchtig** ſind, und diejenigen heißen **feuerbeſtändige** Maſſen, welche der Wirkung des Feuers ungeachtet in dergleichen Dämpfe nicht aufgelöſet werden. Es iſt leicht zu erachten, daß die Maſſen in der Natur in Anſehung der Flüchtigkeit im Feuer, und der Feuerbeſtändigkeit, gar ſehr werden verſchieden ſeyn, wie es auch wirklich die Erfahrung beſtättiget. Man nennt ferner die feſten Maſſen **ſchmelzbar** oder **unſchmelzbar**, nachdem ſie im Feuer die Eigenſchaften flüſſiger Maſſen annehmen oder nicht. Das **Schmelzen** der feſten Maſſen unterſcheidet ſich aber noch gar ſehr vom **Verbrennen**: denn die ſchmelzbaren feſten Maſſen ſind zum Theil ſo feuerbeſtändig, daß wenigſtens im gewöhnlichen Schmelzfeuer nichts davon verfliegt. Es giebt feſte Maſſen, die ohne zu ſchmelzen verbrennen; überhaupt aber giebt es unter den flüſſigen Maſſen ſowohl als auch unter den feſten ſolche, die um deßwillen **verbrennliche Maſſen** heiſſen, weil ſie dem Feuer ausgeſetzt ſelbſt in Brand gerathen, in eine Flamme ausbrechen, ſolchergeſtalt das Feuer vermehren, und demſelben wie es ſcheint zur Nahrung dienen. Dieſer Erfolg iſt allemal wenigſtens mit einiger Zerſtörung der Maſſe und einer Trennung ihrer Grundbeſtandtheile verbunden; weil ſich der flüchtige Theil in Dämpfen davon abſondert. In

allen

allen verbrennlichen Maſſen muß es alſo einen eigentlich **entzündbaren Grundſtoff** geben, und derſelbe iſt es vornehmlich, welcher die Erſcheinung der Flamme darſtellet.

439. §.

Der ganz einfache entzündbare Grundſtoff der verbrennlichen Maſſen in ſeiner völligen Reinigkeit und außer der Verbindung mit andern materiellen Theilen iſt wohl nichts anders, als das **Elementarfeuer** ſelbſt: in der Verbindung mit andern Grundtheilen einer Maſſe macht er dasjenige aus, was man ſchechthin das **Brennbare, Phlogiſton**, nennt. Man hat das ganz reine und recht eigentlich einfache **Brennbare** bisher noch durch keine chymiſche Kunſtgriffe von den übrigen Grundtheilen der verbrennlichen Maſſe ſo trennen können, daß man es ganz allein von aller Vermiſchung frey darſtellen könnte. Entweder man trennet es durchs wirkliche Verbrennen, und dann wird es ſelbſt Feuer und Flamme; oder man trennt es von der einen Maſſe, indem man es nöthiget, ſich mit einer andern wieder zu verbinden, und dann erhält man es wiederum nicht rein, ſondern in Verbindung mit der andern Maſſe. Dieſerwegen ſcheint es, daß man Grund genug habe, mit Herrn **Macquer** anzunehmen, das **Phlogiſton** ſey weſentlich nichts anders, als das reine Feuer ſelbſt, nur in einer ſolchen Verbindung mit andern Grundtheilen einer

ner Maſſe, welche hindert, daß es nicht als freyes Feuer wirkſam iſt. Hätte das ſeine Richtigkeit, ſo wären die allgemeinen Eigenſchaften des ſo genannten **Phlogiſton** einerley mit den Eigenſchaften des Feuers ſelbſt; die beſondern Eigenſchaften aber, die demſelben als dem Phlogiſton dieſer oder jenen Maſſe, dem Phlogiſton der Oele, des Schwefels, u. ſ. f eigen ſind, würden nur wegen der Verſchiedenheit der Grundtheile der mit dem Feuer verbundenen Maſſe verſchieden ſeyn. M. ſ. das Dictionaire de Chymie par M. Macquer, Tome III. Art. Phlogiſtique, pag. 103. Ed. II.

440. §.

Keine Flamme eines brennenden Körpers erhält ſich, ohne daß die Luft einen freyen Zugang hat. Die Flamme verlöſcht nicht nur, wenn ſie in einem Raum brennt, worinn die Luft verdünnt wird, (254. §.) ſondern auch in einem ſolchen mit der gewöhnlichen atmoſphäriſchen Luft angefüllten Raum, worin kein Luftzug entſtehen kann, der ſtatt der vorigen beſtändig friſche Luft herzu führet. Dagegen iſt es eine bekannte Sache, daß in Zugöfen und durch Blaſebälge das Feuer anſehnlich verſtärkt werden könne. Soviel man bisher weiß, läßt ſich keine vollkommen reine Flamme darſtellen; eine ſolche Flamme wäre nichts anders, als das Phlogiſton außer aller Verbindung mit andern materiellen Theilen, und in dieſem Zuſtande würde es das reinſte Feuer ſelbſt ſeyn. Daß mit der Flamme andre fremde Theile verbun-

bunden ſind, beweiſet nicht allein der **Rauch**, welcher andere Körper, an welche er anſchlägt, mit Ruß überziehet, ſondern auch andere nicht eben ſo ſichtbare Theile, die ſich von der Flamme abſondern, wenn ſie gleich ſehr rein zu ſeyn ſcheint. Von der Flamme des Weingeiſtes, die ohne Rauch und Ruß brennt, ſondern ſich doch wäſſerige Theilchen ab. Am wenigſten rein iſt die Flamme der Oele, und aller ölichten Maſſen, welche insgeſammt mit Rauch und Ruß verbrennen.

441. §.

Holz und mehr andere trockene Maſſen, aus dem Pflanzenreiche, welche das **Brennbare** im ölichten Zuſtande enthalten, verbrennen zu Kohlen und Aſche: andre Maſſen aus dem Mineralreich, gewiſſe Erdarten und Steine, auch die unedlen Metalle, wenn man ſie einem recht ſtarken Feuer ſo ausſeßt, daß auch die Luft freyen Zugang hat, werden dadurch verkalkt. Die Metalle brennen zum Theil mit einer ganz lebhaften Flamme jedoch ohne Rauch und Ruß, und man ſchließt daraus, daß das Phlogiſton in den Metallen ſich nicht in dem ölichten Zuſtande befinde. Was unter dem Namen des **metalliſchen Kalkes** zurücke beibt, iſt eine Maſſe, die man leicht zerreiben kann, die der meiſten Eigenſchaften der Metalle beraubt iſt, und alle Aehnlichkeit mit einer bloßen Erde hat. Sie bleibt indeſſen doch ſchmelzbar, wiewohl nur in einem ſtärkern Feuer, als die Metalle ſelbſt erfordern; überdem iſt dieſer

ſer Kalk gewöhnlich ſchwerer als die Metallmaſſe, woraus er entſtanden iſt. Merkwürdig iſt dabey, daß dieſe Verkalkung der Metalle durchs Feuer ſchlechthin den Zugang der freyen Luft erfordert. In einem verſchloſſenen Gefäß, das eine beſtimmte Menge Luft enthält, kann nur eine beſtimmte Menge von Metall verkalkt werden, nachher hört das Metall auch in der größten Hitze auf ſich zu verkalken, und die Luft vermindert ſich nicht weiter. Ferner iſt es merkwürdig, daß man aus den Kalken die Metalle dadurch wieder herſtellen kann, daß man etwas hinzuſetzt, was Brennbares enthält, es mag übrigens ſeyn, was es will, nur daß einige verbrennliche Maſſen dazu geſchickter als andre ſind. Gewöhnlich geſchieht dieſe Wiederherſtellung durch ein Schmelzen des Kalkes mit dem Brennbaren: alſo leidet es wohl keinen Zweifel, daß den Metallen beym Verkalken Brennbares entzogen, und bey der Wiederherſtellung ihnen wiedergegeben wird. Eine jede ſolche Herſtellung der Metalle aus den Kalken durch die Verbindung mit dem Brennbaren iſt zugleich mit einem Aufwallen verbunden und es wird dabey eine eigene Art fixer Luft entwickelt.

442. §.

Der Erfolg, daß eine Flamme in einem verſchloſſenen Raum verlöſcht, wofern ihr nicht von Zeit zu Zeit friſche Luft zugeführet wird, iſt noch mit andern merkwürdigen Umſtänden begleitet. Man bedecke ein brennendes Licht mit einem gläſer-

ſernen Recipienten, damit man ſehen könne was darunter vorgehet; ſo bemerkt man ſehr bald, daß die Flamme nach und nach an Größe und Glanz abnimmt, und nach der verſchiedenen Größe des Recipienten in mehr oder weniger Zeit ganz verlöſcht. Dabey leidet die unter dem Recipienten eingeſchloſſene Luftmaſſe eine Verminderung entweder ihrer Menge oder wenigſtens ihrer Elaſticität, nicht anders, als wenn vermittelſt der Luftpumpe ein Theil daraus weggenommen wäre. H. Boyle hat zuerſt dieſen Erfolg bemerkt, und H. Hales hat nach der Zeit die dahin gehörigen Verſuche mit vielen andern verwandten Verſuchen wiederholet, auch ſolcher Geräthſchaften ſich dabey bedient, welche ihn in den Stand ſetzten, den von der Luft ſowohl vor als auch nach dem Ausbrennen der Flamme erfüllten Raum zu meſſen. M. ſ. La Statique des vegetaux et l'Analyſe de l'Air par M. Hales traduit de l'Anglois par M de Buffon, a Paris 1735. Exp. CIIL. et CVI. pag. 198. 200.

Wofern wirklich die Menge der Luftmaſſe beym Ausbrennen der Flamme eine Verminderung erleidet, ſo muß wohl ein Theil derſelben mit dem einen oder dem andern Grundſtoff der darinn brennenden Maſſe in Verbindung treten. Noch mehr in der ſo verminderten Luft brennt nachher weiter keine Flamme, ſondern erlöſcht darin ſobald man ſie hinein bringt. Auch iſt eben dieſe verminderte Luft den Thieren, die ſie einathmen, ſchädlich, und ſie kommt in ihren

übri-

übrigen Eigenſchaften gröſtentheils mit der fixen Luft überein, die bey Wiederherſtellung der Metalle aus ihren Kalken durch Zuſetzung des Brennbaren entwickelt wird. Beym Verbrennen muß alſo entweder ein materieller Stoff mit der Luft verbunden werden, der ihre ſonſtigen Eigenſchaften ändert; oder es muß die atmoſphäriſche Luft ſelbſt eine aus mehrern verſchiedenen Grundſtoffen vermiſchte Maſſe ſeyn, wovon nur eine gewiſſe Art zur Unterhaltung der Flamme geſchickt iſt, die aber zugleich während des Brennens der Luft nach und nach entzogen wird.

443. §.

Wenn die verbrennliche Maſſe aus der Feuermaterie und noch andern Beſtandtheilen zuſammengeſetzt, das Verbrennen aber eine Zerlegung dieſer Maſſe iſt, wobey die Feuermaterie von den übrigen Grundtheilen abgeſondert wird; ſo darf man wohl mit Recht dafür halten, dieſe durchs Verbrennen bewirkte Zerlegung werde andern Zerlegungen, wovon man ſonſt in der Chymie Beyſpiele hat, ähnlich ſeyn. In manchen Fällen trennt zwar die Wärme allein ſchon die Grundtheile vermiſchter Maſſen: in andern Fällen muß mit der Wärme noch ſonſt eine andere Maſſe gemeinſchaftlich mitwirken, wenn die Zerlegung vollſtändig werden ſoll. Um von der übrigen Grundmiſchung der verbrennlichen Maſſe die Feuermaterie abzuſondern, iſt die Wärme allein nicht hinlänglich, ſie muß

in Verbindung mit einem andern Zerlegungsmittel wirken, und eben dies Zerlegungsmittel iſt die Luft. Indem dieſe ſolchergeſtalt als Zerlegungsmittel wirkt, tritt ſie ſelbſt wieder an die Stelle der von der übrigen verbrennlichen Maſſe abgeſonderten Feuermaterie, und daraus erklärt ſich die Verminderung der Luſtmaſſe, als ein Erfolg des Verbrennens.

Weil jedoch in einem verſchloſſenen Raum, worinn eine brennende Maſſe von ſelbſt verlöſcht iſt, noch eine luftartige Maſſe zurück bleibt, welche außer der Eigenſchaft, daß ſie den Thieren, welche ſie einathmen ſchädlich iſt, auch dieſe hat, daß darin weiter keine Flamme von neuen brennen kan; ſo muß wohl nur die reinſte Luft das eigentliche Abſonderungsmittel der Feuermaterie ſeyn; die atmoſphäriſche Luft aber muß wohl ſelbſt keine einfache, ſondern eine Zuſammengeſetzte Luftmaſſe ſeyn. Vermuthlich iſt die atmoſphäriſche Luft aus einer ganz reinen Luftmaſſe, und einer andern luftartigen Maſſe zuſammengeſetzt, die ſich in mehrern weſentlichen Merkmalen von der ganz reinen Luftmaſſe unterſcheidet: da dann letztere wohl von einer ſolchen Natur ſeyn könnte, wie die luftartige Maſſe, welche als fixe Luft in der Grundmiſchung mehrerer andrer Maſſen ſteckt. (310. 313 §) Man weiß ſonſt, daß in einer ſolchen fixen Luft keine Flamme fortbrennt, und daß ſie Menſchen und Thieren, welche ſie einathmen, äußerſt ſchädlich ja tödlich iſt: alſo iſt nur der reine Theil der atmoſphäriſchen

Luft

Luft das Abſonderungsmittel für die Feuermaterie. Nur dieſer Theil tritt beym Verbrennen an die Stelle des von der übrigen Maſſe abgeſonderten Brennbaren: was ſonſt noch mit zur Grundmiſchung der atmoſphäriſchen Luft gehörte, bleibt zurück, und dieſe zurückbleibende von der ganz reinen Luft nun abgeſonderte luftartige Maſſe hat von ihrer Schädlichkeit auch den Namen der **mephitiſchen Luft** erhalten. In einem Raum, der völlig reine Luft enthielte, wenn man ſie haben könnte, würde die Flamme länger und anhaltender auch lebhafter brennen, es würde auch keine mephitiſche Luft zurück bleiben. M. ſ. hievon mit mehrern das Dictionaire de Chymie par M. Macquer, Tom. I. Art. Combuſtion, p. 389. ſqq. Bisher ſcheint mir keine Theorie vom Feuer und vom Verbrennen mehr befriedigend zu ſeyn, als eben dieſe; beſonders wenn man noch andere Reſultate der neueſten hieher gehörigen Erfahrungen und Verſuche damit zuſammenhält, wovon der folgende Abſchnitt mehrere Nachrichten ertheilen wird.

444. §.

Wenn gleich nicht alle Chymiſten darüber völlig einig ſind, ſo gehet doch die gewöhnlichſte Meinung dahin, daß es vier Arten des einfachſten Grundſtoffes gebe, woraus alle übrige Maſſen in der Natur zuſammen geſetzt ſind. Wie weit es richtig ſey, wenn man **Feuer**, **Waſſer**, **Luft** und **Erde** für dieſe vier Arten des einfach-

ſten Grundſtoffes annimmt, das müſſen Erfahrungen entſcheiden, die ſich auf Chymiſche Zerlegungen gründen. Herr Macquer verſichert, im I Theil ſeiner Anfangsgründe der Chymie, im 1 Cap. und im Dictionaire de Chymie, Tom. II. Art Elemens, pag. 4. ſqq.) daß man bey den ſorgfältigſten und vollſtändigſten chymiſchen Zerlegungen der in der Natur vorhandenen Maſſen bisher noch nie mehr als dieſe vier Arten von ganz reinem und einfachen Grundſtoff habe entdecken können, wenn man nemlich durch einfachen Grundſtoff einen ſolchen verſteht, den keine Kunſt weiter in mehrere andere Arten von Grundſtoff zerlegen, oder ſonſt noch auf irgend eine Art verändern kann. Aber auch bey jeder Zerlegung einer Maſſe in der Natur findet man nach der Verſicherung dieſes berühmten Chymiſten, daß ſie aus einigen von dieſen Arten des Grundſtoffes oder vielleicht aus allen vier Arten zuſammen geſetzt ſey.

Was man eigentlich verſtehen müſſe, wenn vom ganz reinen Feuer, auch von der Luft und dem Waſſer als einfachen Grundſtoff in ihrer völligen Reinlichkeit betrachtet die Rede iſt, darüber giebt der bisherige Vortrag ſchon das nöthige Licht. Wenn gleich dieſe Elemente, wie man ſie gewöhnlich nennt, auch ſelbſt vom Chymiſten nicht in ihrer vollkommenſten Reinigkeit dargeſtellet werden können; ſo verkennt man doch nicht leicht die eigentlichen characteriſtiſchen Merkmale eines jeden dieſer Elemente. So verhält es ſich nicht

mit

mit der eigentlichen elementariſchen Erde: man iſt noch nicht einmal davon aufs vollkommenſte verſichert, daß es nur **eine** ganz **einfache Erdart** gebe, ſo wie es nur **eine**, nicht mehrere verſchiedene Arten des Elementarfeuers, des Waſſers, und der reinen elementariſchen Luft giebt. Indeſſen hat man doch ziemlich überwiegende Gründe anzunehmen, daß es nur eine elementariſche Erdart gebe, und daß die vollkommenſte Feuerbeſtändigkeit ihr vornehmſtes characteriſtiſches Merkmal ſey, wenigſtens in Anſehung des Feuers, dem wir ſie ausſetzen können. Man muß alſo dieſe elementariſche Erde gehörig von den mancherley Erdarten unterſcheiden, davon in der Naturgeſchichte die Rede iſt, wenn man ſie in **Kieſelerde, Tonerde, Kalkerde**, und ſo ferner mehr eintheilt, welches insgeſammt zuſammengeſetzte Erdarten ſind. Man muß eben ſo das elementariſche Phlogiſton unterſcheiden, von den Mineralien, welche in der Naturgeſchichte den allgemeinen Namen, **brennbare Mineralien**, führen.

445. §.

Nachdem die übrigen in der Natur vorhandenen aus dieſen Elementen zuſammen geſetzten Maſſen mehr oder weniger flüchtige oder feuerbeſtändige Theile enthalten, nachdem kann man aus ihnen mehr oder weniger Theile durch die Hitze in Geſtalt der Dämfe heraustreiben. Darauf gründen ſich die chymiſchen Arbeiten der **Dampfauflöſung** bey flüſſigen und der **Cementirung**

bey feſten Maſſen. Wenn die von der Hitze in Dämpfe verwandelten und fortgetriebenen flüchtigern Theile aufgefangen und abgekühlt werden; ſo treten ſie wieder in eine dichtere Maſſe zuſammen. Nachdem alsdenn die Maſſe flüſſig oder feſte iſt, nennt man es eine Deſtillation oder Sublimation. Bey einigen Deſtillationen erhält man nach Verſchiedenheit der Maſſen die ſo genannten chymiſchen Spiritus, bey andern vornemlich aus Pflanzen die Oele. Dieſe letztern heißen alsdenn ätheriſche auch wohl weſentliche Oele, um ſie von den ausgepreßten Oelen zu unterſcheiden. Indeſſen werden auch aus einigen Saamen und Schalen der Früchte durch das Auspreſſen Oele zuwege gebracht, welche den ſtarken Geruch und ſcharfen Geſchmack mit den deſtillirten Oelen gemein haben, und eben darum mit zu den ätheriſchen Oelen gehören.

446. §.

Das Verhalten der ſalzartigen Maſſen im Feuer iſt ſehr verſchieden, als die Maſſen ſelbſt verſchieden ſind, welche die Chymiſten überhaupt ſalzartige Maſſen nennen. Ihre vornehmſten Eigenſchaften ſind, daß ſie ſich im Waſſer auflöſen, einen Geſchmack auf der Zunge erregen, ſonſt aber in Anſehung des ſpecifiſchen Gewichts, der Feuerbeſtändigkeit, und Feſtigkeit ohngefehr zwiſchen der reinen Maſſe und der reinen Erde, welche auch die vornehmſten Beſtandtheile der Salze zu ſeyn ſcheinen, das Mitel halten. Das ſind jedoch

doch nur Eigenſchaften der eigentlichen Salze, welche man von den übrigen mehr zuſammengeſetzten auch mit andern Grundtheilen vermiſchten ſaliniſchen Maſſen unterſcheiden muß. Alle eigentliche Salze haben Erde und Waſſer in ihrer Grundmiſchung: vielleicht noch einen dritten Grundſtoff, denn die Chymiſten haben bisher durch Zuſammenſetzung der Erde mit dem Waſſer noch keinen ſaliniſchen Stoff zuwege bringen können. Bey Zerlegung der Maſſen, die auf irgend eine Art ſaliniſcher Natur ſind, bringt der Chymiſt zweyerley Gattungen einer eigentlich ſaliniſchen Maſſe hervor, welche man als die einfachen Salzarten anſiehet, aus deren Miſchung theils unter ſich, theils mit andern Materien die zuſammengeſetzten ſaliniſchen Maſſen ihren Urſprung nehmen. Dieſe einfachern Salzarten haben Namen, die ſich auf unſern Geſchmack beziehen, ſie heiſſen **Säuren** und **Laugenſalze**, auch unterſcheidet man ſie durch Beynamen, als **Vitriolſäure**, **Salpeterſäure**, **Küchenſalzſäure**, und ſo ferner, die von den zuſammengeſetzten Maſſen hergenommen ſind, aus welchen ſie durch Chymiſche Behandlung geſchieden werden. Beyde bis zur Sättigung untereinander vereiniget, erzeugen die Mittelſalze, wohin unter andern das Küchenſalz gehört.

Ganz reine Säuren laſſen ſich faſt gar nicht in trockener Geſtalt darſtellen, weil ſie die Feuchtigkeiten aus der Luft wegen ihrer ſtarken chymiſchen Verwandſchaft mit dem Waſſer aufs ſchnel-

leſte an ſich ziehen. Die **Laugenſalze** fließen zwar auch an der Luft, allein ſie ziehen die Feuchtigkeiten der Luft bey weiten nicht ſo ſtark an ſich als die Säuren. Man unterſcheidet die **fixen Laugenſalze**, welche feuerbeſtändig und ſchmelzbar ſind, von den **flüchtigen Laugenſalzen**. Die letztere Art des Laugenſalzes wird von einer viel geringern Wärme, als die Hitze des ſiedenden Waſſers iſt, ſchon verflüchtiget, und es hat einen ſehr ſcharfen durchdringenden erſtickenden Geruch. Die ſauren Säfte heißen gewöhnlich **Geiſter**, als: **Vitriolgeiſt**, **Salpetergeiſt**, **Kochſalzgeiſt**, doch wird die ſtark concentrirte Vitriolſäure auch **Vitriolöl** genannt, ob ſie gleich eigentlich nicht ſo heißen ſollte.

Wenn ein reines Laugenſalz mit einer reinen Säure vermiſcht wird, ſo vereinigen ſie ſich mit einem heftigen Aufbrauſen, wobey Hitze und flüchtige Dünſte erzeugt werden. Einen ähnlichen Erfolg hat die Vermiſchung einer Säure mit einer kalkartigen Erde, nur nicht völlig mit eben der Heftigkeit. Sonſt haben die Säuren auch noch die Eigenſchaft, daß ſie die blauen und violetten Säfte der Pflanzen, als Violenſyrup, Sonnenblumenſaft, roth färben. Die Laugenſalze färben dagegen dergleichen blaue Pflanzenſäfte grün.

447. §.

Der aus den **Kalkerden** und **Kalkſteinen** durch heftige Wirkung eines ſtarken Feuers zuwege

ge

ge gebrachte Kalk hat wegen einiger ſehr merkwürdigen Eigenſchaften den Namen des **lebendigen Kalks** erhalten. Wenn man ein Stück davon ins Waſſer tauchet, ſo erreget er ſogleich ein ſtarkes Geziſche und einen Dampf, als wenn man ein glühendes Eiſen hineingeſteckt hätte, und eine Hitze, die ſo ſtark werden kann, das verbrennliche Maſſen dadurch wirklich entzündet werden können. Der ungebrannte Kalkſtein iſt für ſich im Waſſer nicht auflößlich, aber den gebrannten Kalk löſet das Waſſer auf, wenn es in genugſamer Menge aufgegoſſen wird. Man kann dadurch ein Kalkwaſſer zubereiten, das klar und ohne Farbe iſt, daſſelbe hat einen eigenen ſcharfen und widerlichen Geſchmack und erhält ſich in dieſem Zuſtande, wenn es in einem wohlverſchloſſenen Gefäß aufbewahret wird. Der lebendige Kalk zieht eben ſo wie die concentrirten Säuren, und die fixen Laugenſalze die Feuchtigkeit aus der Luft an, aber nicht in ſo groſſer Menge, daß die Maſſe dadurch flüſſig würde. Er ſchwillt an, zerfällt in ein Pulver, und heißt alsdenn **an der Luft gelöſchter Kalk.**

Der auf die eine oder die andere Art gelöſchte Kalk kann durch ſtarkes Brennen die Eigenſchaften des lebendigen Kalks wieder erhalten. Allemal iſt der lebendige Kalk um ein anſehnliches leichter, als der Kalkſtein vor dem Brennen war: auch brauſet derſelbe nicht mehr mit den Säuren auf, ob er ſich gleich darin noch mit einer ziemlichen Erhitzung auflöſen läſſet. Wenn

der

der Kalkſtein in einem verſchloſſenen Gefäße verkalkt wird, wie es die Herren Hales, Black, Jaquin, der Herr Dûc de la Rochefoucault und andre veranſtaltet haben; ſo wird eine anſehnliche Menge mephitiſche Luft daraus entwickelt, welche man vermittelſt einer geſchickten Anordnung in andre Gefäße leiten kann. Eben daſſelbe erfolgt, wenn der Kalkſtein in Säuren aufgelöſet wird, und auch in dieſem letztern Fall iſt es merkwürdig, daß die Auflöſung um ein anſehnliches leichter iſt, als der Kalkſtein und das Auflöſungsmittel zuſammen waren.

448. §.

Dergleichen Maſſen, welche wie das Holz in ihrer Grundmiſchung Oel enthalten, wenn ſie eine Zeit lang auch mit einer anſehnlichen Flamme gebrannt haben, verlieren zwar dadurch das Oel, welches zu ihrer Grundmiſchung gehörte, aber nicht immer zugleich alles Brennbare. Ein Theil des Brennbaren trennt ſich von dem Oel, und bleibt als Grundſtoff noch mit den Beſtandtheilen der Kohle in Verbindung. Daher kommt es, daß auch dieſe Kohle an freyer Luft noch weiter im Glühen, auch wohl mit einer mäßigen Flamme, jedoch ohne Rauch und Ruß verbrennt, wenn anders die Verkohlung vollſtändig geweſen iſt. Dieſe Kohle iſt dem Chymiſten um deßwillen merkwürdig, weil ſie ſehr geſchickt iſt, das Brennbare, was ſie enthält, zu andern Maſſen zu bringen: daher bedient man ſich der-

ſel-

ſelben bey Wiederherſtellung der Metalle aus ihren Kalken. Das Verbrennen der Kohle hat übrigens eben die Wirkung, wie das Verbrennen der Maſſe, woraus ſie entſtanden iſt: es vermindert und verdirbt die Luft, worin dergleichen Kohlen brennen, wenn ſie eingeſchloſſen iſt, und mit derſelben keine andre friſche Luft abwechſeln kann. Dieſe Wirkung der brennenden Kohlen iſt um deſto gefährlicher, weil man ſie gewöhnlich nicht fürchtet. Man bedient ſich der brennenden Kohlen ohne Bedenken, wenn man in verſchloſſenen Zimmern Feuer nöthig hat, und glaubt ſie ſchaden nicht mehr, wenn ſie nur ſo weit ausgebrannt ſind, daß man keinen Dampf mehr empfindet: allein es iſt gewiß, daß eingeſchloſſene Luft, worin eine Maſſe brennt, allemal in einem gewiſſen Grade dadurch verdorben und ſchädlich werde.

449. §.

Unter den feſten zum Mineralreich gehörigen Maſſen, die bey einer mäßigen Erhitzung ſchmelzen, auch bey einer geringen Vergrößerung dieſer Hitze ſich an der freyen Luft entzünden, iſt vornemlich der Schwefel merkwürdig. Vormals hielte man bald den Schwefel, bald das Oel für den vornehmſten Grundſtoff der entzündlichen Maſſen; man weiß aber nunmehr gewiß, daß Schwefel und Oele ſchon zuſammengeſetzte Maſſen ſind, die alle einerley durchaus gleichartiges Phlogiſton als einen noch einfachern Grundſtoff enthalten. Die Oele ſind indeſſen noch mehr

zuſammengeſetzte Maſſen, als der Schwefel, und daher iſt es nicht ganz ungewöhnlich, daß man das einfache Phlogiſton, welches in allen verbrennlichen Maſſen von einerley Art anzutreffen iſt, auch den **urſprünglichen Schwefel** nennt. Der gewöhnlich ſo genannte gemeine Schwefel kommt bey einer Wärme von 236 Graden nach Fahrenheits Thermometer ſchon zum ſchmelzen: beym Brennen verzehret er ſich gänzlich, und ſeine nur ſchwache blaue Flamme giebt weder Rauch noch Ruß; ſtatt deſſen aber verbreitet ſie einen ſauren und erſtickenden Dampf um ſich her. Das Laugenſalz löſet den Schwefel auf, und wenn beydes zu gleichen Theilen, oder auch wohl 2 Theile Laugenſalz gegen 1 Theil Schwefel zuſammen geſchmolzen werden; ſo erhält man die **Schwefelleber**. Es iſt eine Maſſe von einem ſehr unangenehmen Geruch wie faule Eyer, und von einer rothen Leberfarbe.

Durch chymiſche Zerlegungen und anderweitige Zuſammenſetzungen hat man ſich davon verſichert, daß der Schwefel eine durch Vereinigung des Phlogiſton mit der Vitriolſäure entſtandene zuſammengeſetzte Maſſe ſey. Weil zu dieſer Grundmiſchung des eigentlichen Schwefels gar kein Oel gehört, ſo iſt der Schwefel von allen Erdharzen ſehr unterſchieden, welche insgeſammt Oel enthalten. Eine Wärme welche diejenige nur ſehr wenig übertrift, die den Schwefel zum Schmelzen bringt, kann ihn ſchon leicht entzünden, ſo daß er mit einer ſehr ſchwachen Flamme brennt, die beym

Tageslicht nur wie ein weißer Rauch ausſiehet, im Dunkeln aber ſich als eine ſchwache blaue Flamme darſtellet. Der Schwefel wird dadurch wirklich nach und nach verzehrt, und es iſt eine wahre Flamme, jedoch ſo ſchwach, daß andre ſonſt ebenfalls leicht verbrennliche Maſſen dadurch nicht in Brand geſetzt werden.

450. §.

Aus der Verbindung des Phlogiſton mit der Säure des weſentlichen Harnſalzes bringt man durch eine ganz eigene chymiſche Behandlung den gewöhnlich ſo genannten **engliſchen Phosphorus** zuwege, der doch eigentlich eine Erfindung eines Hamburgiſchen Kaufmanns iſt; welcher ſeinen in Verfall gerathenen häußlichen Umſtänden im Jahr 1669 dadurch zu helfen bemühet war, daß er den Stein der Weiſen ſuchte. Den Namen **Kunkeliſcher Phosphorus** hat er von dem zweyten Erfinder erhalten. Dieſer Phosphorus iſt alſo wirklich eine Art Schwefel, und man hat lange dafür gehalten, daß die Phosphorusſäure keine andere ſey, als die Seeſalzſäure, oder Küchenſalzſäure. **Stahl** war der Meinung geweſen, weil man im Urin auch gemeines Salz antrift, und faſt alle andre Chymiſten hatten dieſe Meinung von ihm angenommen. Allein H. **Marggraf** hat überzeugend dargethan, daß die Säure des Phosphorus von der Küchenſalzſäure nicht allein, ſondern auch von allen andern Säuren gar ſehr unterſchieden ſey. Dieſer Phosphorus

rus iſt ſehr viel leichter entzündbar, als der gemeine Schwefel: eine Wärme von 60 bis 66 Graden nach dem Fahrenheitiſchen Thermometer, ſetzt ihn ſchon an freyer Luft in eine ſchwache Entzündung: beym Tageslicht ſtellt ſich alsdenn ſeine nur ganz ſchwache Flamme wie ein weiſſer zarter Dampf dar, im Finſtern aber leuchtet ſie anſehnlich helle. Eben darum iſt man genöthiget, ihn im Waſſer aufzubehalten, weil er ſonſt an der Luft in einer mäßigen Wärme langſam und unmerklich verbrennt. Wird die Wärme nur etwas entweder durch wirkliches Feuer, oder durchs Reiben verſtärkt, ſo wird die Entzündung auf einmal viel ſtärker, und die Flamme weit größer. Was nach dieſem Verbrennen zurück bleibt, iſt eine anfangs trockene Maſſe, die aber ſehr bald die Feuchtigkeit aus der Luft ſtark anzieht, weil ſie nichts anders als eine bis zur Trockenheit concentrirte Säure iſt.

451. §.

Noch mehr unerwartet iſt die Erſcheinung, welche der Hombergiſche Pyrophorus darſtellet. Es iſt ein ſchwarzgraues Pulver, das ſich an der freyen Luft, zumal wenn ſie etwas feucht iſt, von ſelbſt entzündet, alsdenn mit einer blauen Schwefelflamme, auch einem Schwefelgeruch brennet, und eine weißgraue Aſche zurück läſſet. Man weiß nun, daß ſtatt des Menſchenkoths, aus welchem Homberg zuerſt den Pyrophorus verfertigte, jede Materie dazu dienen kann, welche

durchs

durchs Feuer in Kohlen verwandelt wird. Aus der Art, wie dies Product der chymiſchen Kunſt verfertiget wird, ſchließt man, daß ſich dabey ein wahrer Schwefel erzeuge, denn es beſteht aus der mit dem Brennbaren verbundenen Vitriolſäure. Die Maſſe muß jedoch dem Feuer nicht ſo lange ausgeſetzt bleiben, bis ſich alle darin befindliche Vitriolſäure mit dem Brennbaren aufs genaueſte verbunden hat. Dieſe Maſſe beſteht aus Alaun, welcher die Vitriolſäure mit einer Erde verbunden enthält, von dieſer Erde wird die Säure nicht ganz geſchieden, und befindet ſich nun, wenn ſie einen Beſtandtheil des Pyrophorus ausmacht, ganz trocken im Zuſtande der größten Dephlegmation. Daher kommt es, daß ſie ſich der freyen Luft ausgeſetzt äußerſt ſchnell und gewaltſam mit der darin befindlichen Feuchtigkeit vereiniget und dadurch wird ſoviele Wärme erregt, welche hinlänglich iſt, den darin befindlichen Schwefel, und noch einen dampfartigen ſehr leicht entzündlichen Beſtandtheil des Pyrophorus in Brand zu ſetzen. Wenn etwa ein halbes Quentchen von dieſem Pulver auf ein Blat Papier geſchüttet wird, ſo fängt es gewöhnlich ſehr bald Feuer, beſonders wenn man einigemal daran haucht.

Gegen dieſe Vorſtellungsart davon, wie es mit der Entzündung des Pyrophorus zugehe, hat jedoch vor kurzen Herr **William Bewly** Zweifel gemacht. Man findet im Anhange zum 3ten Theil von H. **Prieſtleys Verſuchen und Beob**-

achtungen über verſchiedene Gattungen der Luft unter der 7ten Nummer zween Briefe von H. Bewly: der zweyte davon handelt umſtändlich von der Entzündung des Pyrophorus an der freyen Luft, und die Erklärung, welche H. Bewly giebt, ſtehet mit den Lehren in genauer Verbindung, welche im nächſten Abſchnitt folgen.

Anmerkungen und Zuſätze zu der Lehre vom Feuer und dem Brennſtoff.

451. §. a.

Mit Recht trennt der Herr V. die Lehre von der Wärme von der vom Feuer, was man ſonſt gewöhnlich nicht thut, wodurch man aber auch dann offenbar zu Verwirrungen Anlaß giebt. Das Wort **Feuer** wird ſelbſt in einer ſo verſchiedentlichen Bedeutung genommen, daß man bald der Urſach der Erwärmung, bald dem Stoffe des Leuchtens, bald beyden zuſammen, dieſen Namen beylegt. Die von der peripatetiſchen Schule angenommene Zahl der Elemente, worunter das Feuer rechnete, macht vollends erſt Verwirrungen, wenn man das letztere ſich als

Element denkt. Ich nehme hier das Wort Feuer nach dem Begriff des gemeinen Lebens, wodurch man den Zuſtand bezeichnet, in welchem mit der Empfindung der Erwärmung oder Erhitzung zugleich die Wahrnehmung des Lichts verknüpft iſt.

451. §. b.

Hitze und Wärme ſind freylich ſehr oft mit Leuchten begleitet; daraus folgt aber ganz und gar nicht, daß ſie Wirkungen einer einzigen Urſach wären, wie mehrere Naturforſcher annehmen, welche das Licht für eine Modificirung des Wärmeſtoffs anſehen und daher behaupten, daß das Feuer bloß in einer Anhäufung des Wärmeſtoffs beſtehe, oder aus der Zunahme der Hitze entſpringe. Dieſen Naturforſchern ſind daher die Worte Feuerſtoff, Elementarfeuer, Feuermaterie gleichbedeutend mit Wärmeſtoff. Ich halte es aber nicht allein für petitio principii, wenn man das, was wir Feuer, d. h. Verbindung des Lichts mit der Wärme nennen, aus einer Anhäufung des Wärmeſtoffs herleitet; ſondern es läßt ſich auch leicht das Gegentheil darthun. Wenn nemlich Wirkungen von einerley Art auch einerley Urſach zugeſchrieben werden müſſen; ſo iſt es auch wahr, daß Wirkungen von verſchiedener Art, die ſtets und unter allen Umſtänden verſchieden ſind, von verſchiedenen Grundurſachen hergeleitet werden müſſen. Daraus, daß die Entwickelung der empfindbaren

Wärme ſo oft mit Licht begleitet iſt, wie z. B. beym Verbrennen der entzündlichen Körper, folgt noch gar nicht die Einheit ihrer Grundurſachen und ihres Weſens, und das oft Beyſammenſeyn, kann noch nicht das Einerley ſeyn beweiſen. Wirkungen, welche von einander ſo verſchieden ſind, als **Leuchten** und **Erwärmen**, welche ſo gar nur durch verſchiedene Sinne empfunden werden; da die Wärme nur gefühlt, nicht geſehen, das Licht nur geſehen, nicht gefühlt werden kann; welche unabhängig von einander ihre eigenthümlichen Wirkungen äußern, ſo wie Wärme ohne Licht erwärmen, und Licht ohne Wärme leuchten kann; welche ganz verſchiedene Verhältniße gegen andere Körper haben, und bey ihrer Ausbreitung ganz anderen Geſetzen folgen; die häufig genug in der Natur von einander abgeſondert angetroffen und beobachtet werden; dieſe ſo verſchiedenen Wirkungen müſſen von ganz verſchiedenen Grundurſachen hergeleitet werden. Es iſt doch wohl der natürlichſte Schluß, daß, wenn das Licht von der Anhäufung des Wärmeſtoffs herrührt, auch bey jedem Leuchten eine hohe Temperatur, eine vermehrte fühlbare Hitze zugegen ſeyn müßte. Dagegen aber ſtreitet die Erfahrung, und das Licht des Vollmondes erwärmt nicht im geringſten, da hingegen die beträchtliche Hitze des ſiedenden Waſſers ohne alles Leuchten iſt. Es iſt freylich wahr, daß wir auf der Erde nie eine ſtärkere Hitze hervorzubringen vermögend ſind, als die zugleich im Licht verknüpft iſt; allein

es

es kann bloß daraus folgen, daß in keinem Stoffe die Wärmematerie in größerer Menge gebunden zugegen und angehäuft iſt, als in Verbindung mit dem Licht in den entzündlichen Körpern.

451. §. c.

Dieß beſtimmt mich alſo, **Leuchten und Erwärmen** als Wirkungen zweyer, gänzlich von einander verſchiedener, Materien anzuſehen; folglich das **Feuer**, wobey ſich jene beyden Wirkungen äußern, nicht von dem Stoff der Wärme allein herzuleiten, ſondern es für eine Verbindung der Materie des Lichts mit den Wärmeſtoff zu erkennen. Das Feuer kann alſo kein Element ſeyn, da es eine Zuſammenſetzung aus zwey weſentlich verſchiedenen Materien iſt.

451. §. d.

Der Satz, daß zwey Körper, die ſich auflöſen, wechſelſeitig an ihrer Natur Antheil nehmen, gilt auch für die Verbindung des Lichts und der Wärme zum Feuer. Die Wärmematerie nimmt daher an der Natur des Lichtes Antheil, folgt der Richtung deſſelben bey ſeiner Ausbreitung, wird mit dem Lichte gebrochen, und reflectirt, und geht mit dem Lichte ſchnell durch durchſichtige Körper hindurch, was ſie für ſich allein ſonſt weit langſamer thut. Hierauf beruhet eben die Anwendung der Brenngläſer und Brennſpiegel zum Erhitzen und Entzünden, was bloßes

 Licht

licht für ſich allein nicht thut; und die Benennung des Brennpunktes.

451. §. e.

Wir unterſcheiden das **Sonnenfeuer** vom **Küchenfeuer**. Jenes iſt das reinſte; dieſes enthält ſchon fremdartige flüchtige Theile, kann aber wie jenes durch Brennſpiegel und Brenngläſer ebenfalls verdichtet werden. Auf der Menge des dabey befindlichen freyen Wärmeſtoffs beruhet ſeine Stärke. Je größer der Raum iſt, durch welchen ſich die Materie des lichts vom Feuer ausbreitet, deſto mehr entweicht auch der Wärmeſtoff davon, wegen der ſtärkern Anziehungskraft anderer Körper gegen den letztern, und daher kömmt es, daß das vom Monde auf unſere Erde zurückgeworfene licht der Sonne nicht mehr Feuer iſt, ſondern bloßes licht.

451. §. f.

Das wichtigſte Phänomen, das deswegen auch die Naturforſcher immer ſehr beſchäftiget hat, iſt die Hervorbringung und Entwickelung des Feuers, oder das **Verbrennen**. Man hat nemlich von jeher bemerkt, daß es unter den verſchiedenen Körpern, welche uns die Natur darbietet, einige giebt, welche wenn man ſie hinlänglich erhitzt, ſelbſt Feuer fangen, mit Flamme oder Glühen verbrennen, folglich das Feuer vermehren, und im Stande ſind, ihm zur Nahrung zu dienen; anſtatt daß andere, wenn man

ſie

ſie eben dieſer Wirkung ausſetzt, dies Vermögen nicht haben, durch andere brennende Körper zwar auch zum Glühen und zur Erhitzung gebracht werden können, aber ohne aus ſich ſelbſt dies Feuer zu entwickeln, und ohne dem Feuer zur Nahrung dienen zu können. Dieſe letztern, die für ſich nicht brennen, werden alſo nur von einem fremden Feuer durchdrungen, und hören auf, heiß zu ſeyn und zu glühen, wenn man aufhört von außen Feuer an ſie zu bringen. Holz, Kohlen, Oel, Schwefel, Weingeiſt, Phosphorus, ſelbſt die Metalle, und viele andre Körper können in den Zuſtand kommen, aus ſich ſelbſt Feuer zu entwickeln; Stein und Erdarten hingegen, Salze, Waſſer, Luft können zwar durch äußeres Feuer erhitzt, und ſelbſt bis zum Glühen gebracht werden; aber dies iſt nur ein mitgetheiltes, kein urſprüngliches Glühen, von welchem hier die Rede iſt.

451. §. g.

So zerfallen alſo alle Körper und Materien unſrer Welt in die beyden großen Hauptklaſſen, in **entzündliche** oder **verbrennliche** (Corpora inflammabilia, combuſtibilia), und in **unverbrennliche.** Man hat dieſen Unterſchied von jeher in der Naturlehre erkannt, und es war wohl nichts natürlicher, als anzunehmen, daß in den verbrennlichen Körpern, d. h. in denen, die als pabulum ignis dienen, oder die das Vermögen beſitzen, aus ſich ſelbſt Feuer hervorzubringen,

Etwas ſeyn müſſen, was ihnen dieſe Fähigkeit ertheilt. Die Liebe der Menſchen zur Bequemlichkeit, die ſie ſo leicht verleitet, analogiſch zu ſchlieſſen, war auch Urſach, daß man dies Etwas, dieſe Grundurſach der Entzündlichkeit, nicht genugſam von ſolchen zuſammengeſetzten Körpern unterſchied, die zwar in der That eine große Menge davon enthalten, von denen es aber doch ſelbſt nur ein Beſtandtheil iſt. Und ſo erklärten ältere Chemiſten dies Weſen für einen **Schwefel**, wenigſtens für eine eigene feinere Art deſſelben, und dieſe Meynung findet ſich ſchon bey **Geber**, einen alchemiſtiſchen arabiſchen Schriftſteller, der aber nach dem **Leo Africanus** ein geborner Grieche war, und im ſiebenten Jahrhundert nach Chriſti Geburt lebte. Seine Schriften ſind nach einer lat. Ueberſ. zu Venedig 1542, zu Nürnberg 1545, und auch deutſch zu Straßburg. 1530. 4. zum erſtenmale herausgekommen. Er nennt das Grundweſen der Entzündlichkeit Sulphur alteratum et in terream naturam mutatum. Die nachherigen, in ſo unzählbaren Schaaren auftretenden Alchemiſten, die bis zum 16ten Jahrhundert die einzigen Chemiſten waren, nennen die entzündlichen Körper nicht anders als ſulphuriſche Körper, und nahmen den **Sulphur** unter die Zahl ihrer Elemente mit auf. — Andere verwechſelten jenen Brennſtoff mit dem Oele, und glaubten alſo, daß ein Oel den entzündlichen Körpern die Fähigkeit zum Brennen ertheile. Dieſe beyden Meynungen

gen erhielten ſich wechſelsweiſe bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts. Man ſieht leicht ein, daß dadurch ganz und gar nichts erklärt wird, wenn wir in den entzündlichen Körper ein Oel oder einen Schwefel als die Grundurſach ihrer Entzündlichkeit annehmen; denn man kann billig wieder von Neuem fragen: was trägt dies Oel oder der Schwefel zur Entſtehung des Feuers bey? und wie geht es zu, daß Oel und Schwefel ſelbſt Feuer hervorbringen können?

451. §. h.

Becher nahm daher zuerſt gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts ein gewiſſes eigenes Weſen an, das in allen verbrennlichen Körpern, auch im Oele und im Schwefel, die Grundurſach ihrer Fähigkeit zum Brennen wäre, deſſen Einheit und Identität, die Alten ganz verkannt hätten. Er handelt hiervon in ſeiner phyſica ſubterranea, die zuerſt 1669 zu Frankfurt und 1703 zu Halle verbeſſert herauskam, und nachher mehrere Auflagen erlebt hat. **Becher** hielt dies Weſen für elementariſch, und wie alle ſeine von ihn angenommenen Elemente, von erdigter Form. Er nennt es terram ſecundam, auch **entzündliche Erde**, und aus jener vorgefaßten Meynung auch **fettige, ſchweflichte Erde** (terram inflammabilem, pinguem ſulphuream).

Bechers getreuer Nachfolger, **Geo. Ernſt Stahl**, der zuerſt den Grund zu der wiſſenſchaft-

lichen Chemie legte, erläuterte den Begriff von jenem Weſen näher, und nannte es **Phlogiſton, brennbares Weſen** (principium inflammabile). Er bauete hierauf gewiſſermaßen eine ganz neue Chemie, und dieſe Wiſſenſchaft gewann ſeit der Zeit eine ganz andere Geſtalt. **Stahl** behauptete, daß ſein Phlogiſton in allen verbrennlichen Körpern die materielle Urſach ihrer Fähigkeit znm Brennen wäre; und daß weit entfernt, das Oel und Schwefel dies Phlogiſton ſelbſt wären, vielmehr ohne daſſelbe zum Brennen ganz ungeſchickt, unverbrennlich ſeyn würden. — Da man freylich endlich bey einem ſolchen Weſen von Einheit und Identität in allen verbrennlichen Körpern ſtehen bleiben mußte, ſo kam es, daß dies Stahliſche Phlogiſton Epoche machte, und faſt von allen Naturforſchern angenommen wurde. Stahls Schrift erſchien zuerſt im Jahr 1718 zu Halle, unter dem Titel: **Zufällige Gedanken und nützliches Bedenken über den Streit vom ſogenannten Sulphure.** **Stahl** dachte ſich nach **Bechers** Grundſätzen das Phlogiſton in einer erdigten Form, und glaubte, daß es das Feuer gebunden enthielte. Dies gebundene Feuer werde beym Verbrennen durch die Expenſion in der Hitze daraus frey, und zeige ſich nun unſern Sinne als **Licht und Wärme.** Dieſen Begriff behielten in der Folge die mehreſten Naturforſcher unter gewiſſen Abänderungen bey.

451. §. i.

Da man in den neuern Zeiten die ſo wichtigen und intereſſanten Entdeckungen in der Lehre von den luftförmigen Stoffen machte, lernte man mehrere Umſtände kennen, welche bey dem Verbrennen ſtatt finden, und von denen man einen zureichenden Grund angeben ſollte. Dies mußte nothwendig die weitere Unterſuchung des Stahliſchen Lehrbegriffs vom Phlogiſton zur Folge haben, und zu mancherley Erklärungsarten über das Verbrennen Anlaß geben. Wir wollen aber erſt die Umſtände, die bey dem Verbrennen ſtatt finden, näher beſtimmen, und hernach die neueren Theorien damit prüfen. Ich wähle, um die Umſtände des Verbrennens in das gehörige Licht zu ſetzen, den Phosphorus (§. 450), der aus einer ſonſt feuerbeſtändigen Säure, und dem **Grundſtoff der Entzündlichkeit** zuſammengeſetzt iſt.

451. §. k.

1) **Zur Entzündung brennbarer Körper iſt allemal eine vorhergehende, geringere oder größere, Erhitzung derſelben nöthig.** Um zu unſern Bedürfniſſen Körper in Brand zu ſetzen, geben wir ihnen dieſe Erhitzung entweder durch Erſchütterung oder ſtarkes Reiben, oder durch die Annäherung eines andern ſchon brennenden und alſo erhitzten Körpers. Beym Phosphorus braucht dieſe Erwärmung nur bis 76° Fahrenh. zu ſeyn; bey den fetten Oelen muß ſie

ſich wenigſtens bis 600 Grad, beym Schwefel bis 320, beym Holze bis zum Glühen erſtrecken, wenn dieſe Körper in Brand gerathen ſollen.

451. §. l.

2) Bey jedem Verbrennen iſt der Zugang der reſpirabeln Luft unbedingt nothwendig. In irreſpirabeln Luftarten, z. B. in fixer, brennbarer und phlogiſtiſirter Luft, in Salpeterluft, und allen den übrigen kann kein entzündlicher Körper in Brand geſetzt werden oder Feuer hervorbringen; eben ſo wenig im leeren Raume (§. 440.) Nur die dephlogiſtiſirte Luft allein iſt es, in welcher die verbrennlichen Körper ihre Fähigkeit zum brennen äußern und in Wirkſamkeit ſetzen können, und in der atmoſphäriſchen Luft iſt es auch nur allein der dephlogiſtiſirte Antheil, nach deſſen Wegnahme ſie zum Verbrennen ungeſchickt wird.

451. §. m.

3) Wir finden, daß die Verbrennung um deſto lebhafter geſchehe, je mehrere Luft, und je reinere Luft dabey Zugang hat. (§. 440.) Durch Luftzüge und Blaſebälge vermehren wir die Gluth des Brennmaterials und verſtärken das Feuer, und in der reinen oder dephlogiſtiſirten Luft brennen die entzündlichen Körper mit reißender Behendigkeit, mit einer weit ſtärkern Hitze, und einem größern Glanze, als in der atmoſphäriſchen Luft, wie dies in der Folge bey dieſer Luftart mit bemerkt werden wird.

451. §. n.

4) Eine beſtimmte Menge von Luft kann auch nur zur Verbrennung einer beſtimmten Menge des entzündlichen Körpers dienen. So kann z. B. durch 12 Cubiczolle pariſ. Duodecimalmaaß atmoſphäriſche Luft nur 1 Gran Phosphorus verbrennt werden, und wenn man alſo in dieſe Quantität Luft mehr Phosphorus bringt, ſo verbrennt nur ein Gran, und der übrige läßt ſich darinn durch die ſtärkſte Erhitzung nicht in Brand ſetzen.

451. §. o.

5) Die Luft, worinn ein Körper verbrennt, nimmt am Umfange ab, und an ihren abſoluten Gewicht, und zwar um ſo viel mehr, je reiner ſie iſt. 12 Cubiczoll atmoſphäriſche Luft, worinn eine genugſame Menge Phosphorus zum Brennen gebracht wird, verlieren 1½ Gran am Gewicht, oder etwa 3 Cubiczoll am Umfange. Um dieſen und den vorhergehenden Umſtand, ſo wie auch die Nachfolgenden durch Verſuche zu erläutern, nehme man eine etwas tiefe Schaale voll Queckſilber, ſtelle einen Glascylinder, der an beyden Enden offen iſt, und an den obern mit einen eingeriebnen Stöpſel geſchloſſen werden kann hinein, drücke ihn mit der Hand nach unten, damit er nicht auf dem Queckſilber ſchwimme, merke ſich die Höhe des Queckſilbers in demſelben durch einen darumgelegten Faden; ſtelle dann ein Uhrglas auf das Queckſilber und in daſ-

daſſelbe ein genau gewogenes Stückchen trocknen Phosphorus; tauche den offnen Cylinder darüber, verſchließe ihn mit dem Stöpſel, und zünde nun den Phosphorus durch ein Brennglas an. So wie der Phosphorus brennt, expandirt er die Luft, und dieſe würde nach unten entwiſchen, wenn der Cylinder nicht tief genug im Queckſilber ſtünde; bald aber ſteigt das Queckſilber in den Cylinder wieder in die Höhe, und endlich merklich höher, als es vorher ſtand. Wenn alles abgekühlt iſt, und ſich die weißen Dämpfe niedergeſchlagen haben; ſo ſammle man den Rückſtand des verbrannten Phosphorus und die weißen Blumen, die aber bald zu einer flüſſigen Säure zerfließen; und meſſe die rückſtändige Luft, um ihre Verminderung zu finden.

451. §. p.

6) **Der Rückſtand des verbrannten Körpers wiegt um ſoviel mehr, als die Luft an ihrem Gewicht verlohren hat.**

Ein Gran Phosphorus wiegt nach den Verbrennen $2\frac{1}{2}$ Gran, oder die zurückbleibende Säure beträgt $2\frac{1}{2}$ Loth, wenn der Phosphorus 1 Loth wog.

Dieſe Erſcheinungen des Verbrennens, die Verminderung der reſpirabeln Luft, und die Zunahme des Gewichts im Rückſtande des verbrannten Körpers findet bey allen und jedem **phlogiſtiſchen Prozeſſe** ſtatt, und das **Verkalken der Metalle**, das ein wahres Verbrennen iſt, liefert

davon die auffallendſten Beyſpiele. Bey flüchtigen Stoffen erfordert es eigne Vorrichtungen, um das Entweichen der Dünſte und Dämpfe zu verhindern. 100 Theile Phosphorus geben ſolchergeſtalt 250 Theile Säure, 100 Theile Weingeiſt geben 112 Theile Waſſer, 100 Theile Queckſilber 106 Theile Rückſtand; 100 Theile Bley 110 Theile Silberglätte; 00 Theile Zink 161 Theile Zinkkalk; 100 Theile Eiſen 170 Theile Roſt; 100 Theile Kupfer 158 Theile grüne Erde; 100 Theile Zinn 130 Theile Zinnaſche; 100 Theile Wismuth 120 Theile Wismuthkalk; 100 Theile Kobalt 140 Theile Kalk; 100 Theile Spiesglaskönig 138 Theile Spiesglaskalk; 100 Theile Schwefel über 120 Theile Vitriolſäure, und 100 Theile brennbare metalliſche Luft über 120 Theile Waſſer. Daß nicht jeder verbrennliche Körper, nachdem er verbrannt iſt, im Rückſtande mehr wiegt, als vor dem Verbrennen, kömmt daher, weil wir ſeine in der Hitze verflüchtigten Theile nicht alle ſo auffangen können, daß nichts verlohren gehen ſollte, und weil viele ſeiner ſchweren Beſtandtheile ſich als Luft entwickeln. So wiegt die Aſche aus dem Holze freylich bey bey weitem weniger, als das Holz; allein wer weiß auch nicht, daß der größeſte Theil des letztern als Rauch und Ruß entweicht, und flüchtige Säure, fixe Luft, Waſſer ꝛc. iſt, die aber, wenn ſie gänzlich aufgefangen werden könnten, mit der Aſche zuſammen mehr wiegen müßten, als das Holz, das dazu angewendet iſt

451. §. q.

Dieſe Phänomene (4 — 6) mußten nothwendig die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher rege machen, und die Quelle neuer Unterſuchungen werden. **Stahl** hatte die Veränderungen, welche die Luft beym Verbrennen der Körper erleidet, nicht erwogen und nicht wahrgenommen; ſeine Erklärung vom Phlogiſton war alſo auch dieſen Umſtänden nicht anpaſſend gemacht. In unſern Zeiten hat man nun dieſen Gegenſtand mit einem Eifer bearbeitet, welcher gewiß gute Fortſchritte hoffen läßt. Ich erwehne hier der Theorien des Herrn **Scheele**, **Crawford** und **Lavoiſier** über das Verbrennen, und unterwerfe ſie einer kurzen Prüfung.

451. §. r.

Der ſeel. **Scheele** folgerte aus den von ihm beobachteten Phänomenen der Vermindrung der Luft und ihrer Verderbniß beym Verbrennen der Körper (**C. W. Scheele chemiſche Abhandlungen von Luft und Feuer. Upſal und Leipz. 1777. 8; herausgegeben von Hrn. Leonhardi. Leipz. 1782. 8.**): daß das Phlogiſton ein eigenes, vom Feuer ſelbſt verſchiedenes, Weſen, und ein elementariſcher Stoff ſey; die reine Luft, welche Herr **Scheele** deswegen auch die **Feuerluft** nennt, habe eine ſehr ſtarke Anziehung zu dieſem Phlogiſton, und verbinde ſich damit oder entreiße es dem verbrennlichen Körper, wenn dieſer durch Hitze in ſeinem Zuſammenhange mit dem-

demſelben mehr aufgelockert worden ſey. Feuerluft und Phlogiſton machten nun durch ihre Vereinigung zuſammen Hitze. Hitz oder Wärmeſtoff iſt alſo nach Hrn. Scheele ein zuſammengeſetztes Weſen aus reiner Luft und Phlogiſton. Jene werde durch dieſe Zuſammenſetzung ſo fein, daß ſie die Gefäße durchdringe; daher bleibe beym Verbrennen in verſchloſſenen Gefäßen nur noch die Stickluft übrig, die einen Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft ſchon vor dem Verbrennen ausgemacht habe. Nach der verſchiedenen Menge, in welcher das Phlogiſton mit der Feuerluft zuſammen verbunden würde, entſtehe nach ſeiner Meynung Wärme, Hitze, Glühen, Flamme und Licht.

451. §. s.

Dieſe Theorie des Hrn. Scheele erklärt zwar einige der oben erwähnten Phänomene beym Verbrennen, aber nicht alle, und wird durch andere ganz widerlegt. Wenn man nämlich einen verbrennlichen Körper in einem verſchloſſenen Raume von Luft verbrennt, ſo wiegt das Ganze nach dem Verbrennen ſo viel als vorher, und dies würde nicht ſeyn können, wenn Scheelens Theorie wahr wäre, und ein weſentlicher ſchwerer Theil, als die reine Luft iſt, mit dem Phlogiſton in Geſtalt der Hitze durch das Gefäß entwich. Scheele erwog nur die Abnahme der Luft beym Verbrennen, aber nicht die Zunahme des Rückſtands des verbrannten Körpers, welche in verſchloſſenen Ge-

ſätzen jene compenſirt. Wenn endlich auch Licht und Wärme weſentlich von einander verſchieden ſind (§. 451 b.), ſo iſt auch ſchon dadurch die Theorie widerlegt und daraus gar nicht begreiflich, wie aus einerley Stoffen einmal Hitze, das anderemal Licht entſtehen ſoll.

451. §. t.

Die jetzt ſo berühmt gewordene Theorie des ſcharfſinnigen **Lavoiſier**, die er in mehrern ſeiner Abhandlungen, beſonders in dem Memoire ſur la combuſtion en general, in den memoires der acad roy. des ſciences vom Jahr 1777. S 592. vorgetragen hat, und die ſich auch in der Ueberſetzung ſeiner Werke von Hrn Prof. **Weigel** Th. III S. 170 findet, iſt von der Scheeliſchen Theorie in der That nicht ſo ſehr verſchieden, als man wohl gewöhnlich glaubt. Itzt hat Herr **Lavoiſier** ſeine Theorie, die mit der Lehre von den luftförmigen Stoffen in einem ſo genauen Zuſammenhange ſteht, mit dem ganzen Syſtem der Chemie verwebt, oder vielmehr ein neues Lehrgebäude derſelben darauf errichtet, und zum Behuf deſſelben auch eine neue Nomenclatur eingeführt. Liebhabern der Unterſuchung dieſes Gegenſtandes empfehle ich des Hrn. Lavoiſiers traité elementaire de chimie, preſenté dans un ordre nouveau et d' après les découvertes modernes. T. I. II. à Paris. 1789. 8. Einen Auszug des Lavoiſierſchen Lehrgebäudes enthält Hrn. Prof. **Schurers** zu Straſburg Diſſertation

tion, die den Titel hat: Syntheſis oxygenii experimentis confirmati. Argentorati. 1789. 4.

Hr. **Lavoiſier**, den wir die mehreſten Unterſuchungen über die oben (§. 451. k-p) angeführte Phänomene des Verbrennens verdanken, fand Urſach genug, das eigene Grundweſen der Entzündlichkeit, das Stahliſche Phlogiſton, gänzlich zu läugnen, und eine neue Erklärungsart zu entwerfen, an der man das Gepräge des Scharfſinns nicht verkennen kann, wodurch ſich dieſer Naturforſcher bey ſeinen Verſuchen auszeichnet.

Hr. **Lavoiſier**, der alſo gar kein Phlogiſton für nöthig hält, um die Entzündung brennbarer Körper, und die Erſcheinungen des Verbrennens zu erklären, behauptet, daß bloß und allein die reine Luft, die er nun freylich nicht dephlogiſtiſirte Luft, ſondern Lebensluft (air vital) nennt, den Grund des Verbrennens darreiche. Die reine Luft ſey eine Verbindung aus dem Stoff des Lichts, oder des Feuers, und einem andern Grundtheile, den er den ſäureerzeugenden Stoff, das oxigène nennt. Dieſe baſe oxigène ſey ein eignes, elementariſches Weſen, und bilde mit der Materie des Feuers oder des Lichts zuſammen die reine Luft, die einen Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft ausmache. Wenn nun ein hinlänglich erhitzter Körper mit der reinen Luft in Berührung komme, und mit ihrer baſe oxigène verwandt ſey, ſo ziehe er dieſe an ſich, und die Licht oder Feuermaterie der Luft werde frey; ſie bediene ſich ihrer Gerechtſame, und gehe mit ihren be-

bekannten Merkmalen, mit Flamme, Hitze und Licht davon; ſolchergeſtalt werde die reine Luft gänzlich zerſetzt, und es bleibe der Theil der atmoſphäriſchen Luft übrig, den er Stickluft nennt. So ſetzt alſo Herr **Lavoiſiere** die Grundurſach des Verbrennens in die reine Luft; der verbrennliche Körper mache durch ſeine Anziehung zum oxigène derſelben die Feuer- oder Lichtmaterie daraus frey. Der Rückſtand des verbrannten Körpers ſey alſo eine neue Zuſammenſetzung aus dem oxigène und dem verbrannten Körper ſelbſt, und das erſtere bilde damit ein neues Gemiſch. Die Phosphorſäure ſey alſo Phosphor und oxigène der reinen Luft, Vitriolſäure ſey Schwefel und oxigène, Metallkalk wäre das Metalle mit oxigène verbunden; fixe Luft ſey Kohlenſtoff und oxigène u. ſ. w. Werde z. B. der Phosphorſäure die baſe oxigène wieder entzogen, ſo werde daraus wieder Phosphorus; die Silberglätte dann wieder Bley u. ſ. w.

451. §. u.

Man kann nicht umhin zu geſtehen, daß alle Phänomene, die beym Verbrennen obwalten, mit der Theorie des Herrn **Lavoiſier** übereinſtimmen; und er erklärt daraus, was Stahl und ſeine Anhänger nicht erklären konnten. 1) warum ohne reine Luft kein Verbrennen vor ſich gehen kann; 2) warum die reine Luft beym Verbrennen verlohren gehe: 3) warum der Rückſtand der fixen Körper nach dem Verbrennen und bey phlo-

giſtiſchen Prozeſſen um ſoviel im abſoluten Gewicht zunehme, als die Luft abnimmt. Daher kam es auch, daß dieſe Erklärungsart bey dem Einnehmenden, das Hr. **Lavoiſier** ihr ſonſt noch in der Darſtellung zu geben wußte, ſoviel Eingang, und mehrere Anhänger fand.

Wenn man aber dies Syſtem weiter verfolgt, und auf die Anwendung Acht giebt, die Herr **Lavoiſier** davon auf das Verbrennen anderer Körper, beſonders auf die Verkalkung der Metalle macht, ſo muß man geſtehen, daß H. **Lavoiſier** im Grunde nicht gegen Sachen, ſondern nur gegen Worte ſtreitet, und doch gebundenes Feuer oder Phlogiſton in der Luft annimmt, da es Stahl in den entzündlichen Körpern annahm; daß er ferner bey andern Umſtänden genöthiget iſt, zu einem gewißen **Kohlenſtoff** (ſubſtance charbonneuſe) ſeine Zuflucht zu nehmen, der Stahls Phlogiſton mit einem andern Namen iſt. Noch ſind aber einige Umſtände, welche machen, daß mich dieſe Theorie ganz und gar nicht überzeugt: 1) meynt Herr **Lavoiſier**, es ſey bloß Lichtmaterie in der Luft gebunden zugegen, die beym Verbrennen frey werde. Ich ſehe nicht ein, wie daraus auch Wärme entſteht, die doch auch das Feuer begleitet; indem die Materie des Lichts nun und nimmermehr Erwärmung zu Wege bringen kann. Wenn er aber Licht und Wärme, alſo Feuer, in der Lebensluft gebunden annimmt; ſo nimmt er auch das Stahliſche Phlogiſton an. 2) Die baſe oxigène

in den Rückſtand der verbrannten Körper iſt nur im Voraus angenommen, nicht erwieſen; und in den mehreſten Metallkalken läßt ſich nicht eine Spur von der Säure darthun, welche doch das oxigéne damit bilden müßte. Hr. **Lavoiſier** muß alſo erſt noch genugthuend erklären, wie ſeine gebundene Lichtmaterie in der Luft Hitze hervorbringen könne, wenn ſie frey und entbunden wird, und dann auch den ſauren Grundtheil der reinen Luft in dem Rückſtande des Verbrennens überzeugend darthun. Die Grundfeſte, worauf Hr. **Lavoiſier** ſein Syſtem ſtützt, iſt noch das Verkalken des Queckſilbers und die von ſelbſt erfolgende Wiederherſtellung deſſelben in verſchloſſenen Gefäßen. Bey dem Verkalken deſſelben ereignen ſich alle Umſtände der phlogiſtiſchen Prozeſſe, nur geht dabey kein eigentliches Verbrennen vor; bringt man aber Queckſilberkalk in verſchloſſenen Gefäßen ganz für ſich allein ins Feuer, ſo wird er in der Glühitze wieder laufendes Queckſilber und es entwickelt ſich eine beträchtliche Menge dephlogiſtiſirter Luft. Hier ſucht Hr. **Lavoiſier** auch ſynthetiſch zu beweiſen, was er vorher analytiſch darthut. Die Materie des Feuers treten nämlich an die baſe oxigène in dem Queckſilberkalke, werde damit wieder dephlogiſtiſirte Luft, und der letztere laufendes Queckſilber.

Ich glaube zuverſichtlich, daß Hr. **Lavoiſier** ein ganz friſchbereiteten, und noch heißen und glühenden Queckſilberkalk angewendet hat; denn nach

eig-

nen abgeänderten Verſuchen muß ich bezeugen, daß man nicht eine Spur von dephlogiſtiſirter Luft erhält, wenn man ihn erſt in offenen Gefäßen bis zum mäßigen Glühen calcinirt, und dann in verſchloſſenen Gefäßen für ſich allein reducirt. Der an der Luft gelegene oder mit Waſſer befeuchtete giebt ſie freylich; weil reine Luft nichts anders iſt, als Waſſer im luftförmigen Zuſtande, und weil er das Waſſer nicht eher als beym Glühen fahren läßt. Wenn alſo die Erſcheinung ſelbſt nicht ſtatt findet, ſo kann auch die darauf gebaute Folgerung und der daraus abgeleitete Beweis nichts gelten.

451. § v.

Die Theorie des Herrn **Crawford** über das Verbrennen erwarb ſich durch das Scharfſinnige, das ſie enthält, ebenfalls vielen Beyfall. Sie hängt mit der oben (§. 437. r.) angeführten Lehre von der verſchiedenen Menge der abſoluten Wärme in Körpern von gleicher Temperatur und Maſſe, und von der Veränderung der Temperatur durch die Aenderung der Kapazität der Körper gegen die Wärme, genau zuſammen. Herr **Crawford** ſieht nicht die entzündlichen Körper als die Quelle des Feuers an, ſondern hält die reine Luft dafür. Dieſe enthalte nämlich eine große Menge abſoluter Wärme; (zwar nach den neuern Verſuchen des Hrn. **Crawford** nicht mehr ſoviel als ſonſt; indem die komperative Wärme der atmoſpäriſchen Luft gegen das Waſſer

nach den neuen Verſuchen ſeyn ſoll = 1,796: 1,000, und der reinen Luft = 4,749: 1,000; da hingegen nach den ehemaligen Beſtimmungen das Verhältniß jener = 18, 73 : 1,000 und dieſer gar 8 ,000: 1,000 angegeben war); wenn nun ein hinlänglich erhitzter entzündlicher Körper dem Zugang der reſpirabeln Luft ausgeſetzt werde, ſo ziehe dieſe das Phlogiſton deſſelben an, verwandele ſich dadurch in fixe Luft, nach der neuern Lehre auch ſogar in Waſſerdampf; dadurch ändere ſich ihre Kapazität, und dieſe werde vermindert; folglich ſetze die Luft einen großen Theil ihrer abſoluten Wärme ab, der bey der plötzlichen Entwickelung in Flamme ausbreche und einen heftigen Grad von empfindbarer Wärme hervorbringe. Wenn die Menge der reinen Luft, die bey dieſen Prozeſſen in einer gegebnen Zeit verändert wird, groß ſey, ſo ſey dieſe Verändrung mit vielem Lichte, einer lebhaften Flamme und mit heftiger Wärme begleitet; wenn aber die Verändrung langſam und ſtufenweiſe geſchehe, ſo gehe auch die Wärme unmerkbar zu den Körpern über.

451. §. w.

Es iſt aber nach dieſer Theorie, bey allem anſcheinenden Scharfſinn derſelben, unerklärbar, wie beym Verbrennen der entzündlichen Körper nicht bloß Wärme, ſondern Feuer, d. h. Licht und Wärme zum Vorſchein kömmt: denn es iſt ganz unerwieſen, wie Hr. **Crawford** annimmt, daß von der Menge der frey werden-

den

den Wärme Glühen, Flamme, Licht abhänge. Zweytens iſt es ganz und gar falſch, daß aus reſpirabler Luft oder eigentlich reiner Luft, und Phlogiſton fixe Luft oder Waſſer werde. Drittens iſt es nicht erwieſen, daß ein Körper durch die Aufnahme des Phlogiſtons in ſeiner Kapazität gegen den Wärmeſtoff vermindert werde; und endlich viertens iſt die komparative Wärme der Luft gegen das Waſſer doch nur bey gleichen Maſſen derſelben berechnet, und die Vorſtellung von der großen Menge derſelben in der erſtern verſchwindet, wenn man ſich die Verhältniſſe dieſer Wärmen bey gleichen Umfängen denkt. Dies beſtimmt mich, die Crawfordſche Theorie geradezu für falſch und unzulänglich zur Erklärung der Phänome des Verbrennens zu halten. Ich habe meine Gründe weitläufiger in der **Prüfung der neuern Theorien über Feuer, Wärme Brennſtoff und Luft, im I. B. meines Journals der Phyſ. J. 1790. H. I. und II.** ausgeführt.

451. §. x.

Bey der Unzulänglichkeit aller bisher bekannt gewordenen Erklärungsarten der Entſtehung des Feuers und der Theorie des Verbrennens, bey der mangelnden Uebereinſtimmung und bey den Widerſprüchen derſelben mit den Phänomenen dabey ſelbſt, wird es mir erlaubt ſeyn, meine eigene Theorie hier kürzlich mitzutheilen, von der ich wenigſtens behaupten darf, daß ſie alle und

Erſcheinungen beym Verbrennen (§. 451. k -- p.) erklärt, einfach iſt, und keinem andern Naturgeſetze widerſpricht. Ich ſehe das **Phlogiſton** als die Quelle des Feuers ſelbſt an, und ſuche dieſe alſo nicht in der Luft, ſondern in dem verbrennlichen Körper. Da wir nun bey jedem Verbrennen **Licht** und **Wärme** wahrnehmen, beydes aber Wirkungen zweyer ganz verſchiedener Stoffe ſind; ſo halte ich das Phlogiſton für **Licht** nnd **Wärmeſtoff** im gebundenen Zuſtande, die beyde chemiſch vereiniget mit den andern Beſtandtheilen des verbrennlichen Körpers ſo verbunden ſind, daß wir ſie ſo wenig als die oben erwähnte gebundene Wärme allein (§ 437. t.), durch unſere Sinne darinn als ſolche wahrnehmen können. Phlogiſton iſt alſo gebundenes Feuer, d. h. Licht- und Wärmeſtoff; und Feuer iſt entbundenes Phlogiſton.

451. §. y.

Ehe ich nun zur Erklärung der Phänomene des Verbrennens übergehe, muß ich erſt noch einige Sätze voranſchicken, auf welche ich meine Theorie baue. Ich behaupte, daß die beyden elementariſchen Stoffe des Lichts und der Wärme den Geſetzen der Gravitation der übrigen Materien in der Natur nicht unterworfen ſind, keine Schwerkraft gegen die Erde zu beſitzen, ſondern vielmehr das Gegentheil, oder das Beſtreben haben, von der Erde abwärts zu entfliehen. Dies nenne ich negative Schwere, weil die Richtung dieſer Kraft, der poſitiven

Schwee-

Schwere gerade entgegengeſetzt iſt. Da nun Phlogiſton aus dem Stoff der Wärme und des Lichts zuſammengeſetzt iſt, ſo muß auch dieſes keine poſitive Schwere, ſondern vielmehr abſolute Leichtigkeit, negative Schwere beſitzen. Die Beweiſe für meinen angenommenen Satz kann ich hier nicht umſtändlich anführen, ſondern ich verweiſe auf mein Handbuch der Chemie. Th. I. §. 264 f f. und meine Abhandlungen über Luft, Brennſtoff und Metallkalke, in Hrn. Weſtrumbs phyſ. chem. Abh. B. III. §. 1 S. 415. f. f.

451. §. z.

Wenn nun ein Körper zuſammengeſetzt iſt, aus Phlogiſton und andern ſchweren Theilen, ſo kann ſeine Maſſe d. h. die Summe der Theile in ſeinem Raume, nicht durchs abſolute Gewicht deſſelben beſtimmt werden, ſondern wir müſſen poſitiv ſchwere und negativ ſchwere Maſſen darinn unterſcheiden. Beyde ſind in der Richtung der Kraft, welche ſie treibt, und des Drucks, den ſie äußern, ſich entgegen geſetzt. Wenn wir die beſchleunigende Kraft der poſitiven Schwere, g, und das abſolute poſitive Gewicht, (oder das Product aus dieſer beſchleunigenden Kraft g in die poſitiv ſchwere Maſſe m oder die Summe dieſer Theile) $= m.\,g = P$; die beſchleunigende Kraft der negativen Schwere des Phlogiſtons hingegen γ, und das abſolute negative Gewicht einer Maſſe deſſelben $\gamma.\,\mu = \pi$ nennen; folglich die ſich entgegengeſetzten beſchleunigenden

Kräf-

Kräfte g, $\gamma = \frac{P}{m}, \frac{\pi}{\mu}$ ſind; ſo wird ein Körper, der aus Phlogiſton und aus andern ſchweren Beſtandtheilen zuſammengeſetzt iſt, einen Druck ausüben, oder ein abſolutes Gewicht haben, das ſich zum abſoluten Gewicht ſeiner poſitiv ſchweren Theile allein verhält $= P - \pi : P$ oder $= gm - \gamma\mu : gm$; ſeine beſchleunigende Kraft wird ſich aber zur unverminderten Beſchleunigung der poſitiven Schwere verhalten $= \frac{P}{m} - \frac{\pi}{\mu} = \frac{gm}{m} - \frac{\gamma\mu}{\mu} = g - \gamma : g$. Die beſchleunigende Kraft eines aus abſolut leichten und aus ſchweren Beſtandtheilen zuſammengeſetzten Körpers iſt alſo um die Differenz der beſchleunigenden Kräfte ſeiner einzelnen Atome vermindert. Wenn nun die Maſſe des Phlogiſtons oder μ größer wird in einem Körper, ſo wird $\mu . \gamma$, alſo π größer, folglich P oder das abſolute poſitive Gewicht dadurch mehr vermindert werden; nehme ich aber aus einem Körper das Phlogiſton weg ſo wird das abſolute Gewicht des Körpers zunehmen Auf die größere Verminderung der beſchleunigenden Kraft der poſitiven Schwere hat die größere Maſſe des Phlogiſtons keinen größeren Einfluß, ſo wie ſie es auf den Druck oder das abſolute Gewicht hat; jene bleibt immer $\frac{gm}{m} - \frac{\gamma\mu}{\mu} = g - \gamma$, es mag μ auch zunehmen, wenn nur $\mu\,\gamma$ nicht grö-

ßer

ßer wird, als mg, in welchem Fall ein Druck nach oben zu entſtünde.

Man könnte mir hierbey nun einwerfen, daß wenn die negative Schwerkraft des Phlogiſtons die poſitive der andern Beſtandtheile vermindert, ein phlogiſtiſcher Körper nicht ſo geſchwind fallen müſſe, als eben derſelbe, wenn er dephlogiſtiſirt iſt, und was weiter daraus folgt: daß ein Pendul aus der dephlogiſtiſirten Maſſe ceteris paribus ſchneller ſchwingen müſſe, als ein anderes aus einer phlogiſtiſirten Maſſe, wogegen doch die Erfahrung ſtreitet. — Ich gebe jenen Satz zu, ohne deswegen einen Widerſpruch mit beobachteten Geſetzen der Natur darin zu finden. Ich nehme ja nicht allein an, daß das Phlogiſton negativ ſchwerer ſey, ſondern daß es auch ſeine Beſtandtheile, Licht- und Wärmeſtoff ſind; wenn nun kein Körper der Erde, in keiner uns bekannten Temperatur, frey iſt vom Wärmeſtoff, ſo wird er jene Vermindrung der Beſchleunigung ſeiner poſitiven Schwere ebenfalls erfahren; folglich werden alle Körper, die wir kennen und darſtellen können, gleich geſchwind fallen, die Menge des in ihnen befindlichen Wärmeſtoffs mag größer oder kleiner ſeyn, weil dieſe größere Menge nur eine größere Verminderung des Drucks, nicht aber der Beſchleunigung der Schwere zu Wege bringt, die immer in dem Verhältniſſe von $g - \gamma : g$ vermindert wird. Meine Sätze ſtehen alſo nicht im Widerſpruch mit dem, was wir von dem Fall ſchwerer Körper und den Schwin-

gungen der Pendul wiſſen. Die weitere Ausführung findet man in meinem Journal der Phyſ. B. 1. J. 1790. S. 371. f. f.

451. §. aa.

Wenn nun bey einem entzündlichen Körper durch vorhergehende Erwärmung der Zuſammenhang ſeines Phlogiſtons mit den übrigen Beſtandtheilen ſo weit aufgelockert wird, daß jenes durch die Anziehung der reinen oder reſpirabeln Luft dagegen frey gemacht werden kann; ſo wird daſſelbe entwickelt, und zeigt ſeine ihm zukommende eigenthümliche Würkungen, oder erſcheint als freyes Feuer, d. h. als Licht und Wärmeſtoff. Der Theil deſſelben, welchen die reine Luft durch ihre Anziehungskraft dagegen wieder aufnimmt oder von Neuem bindet, conſtituirt mit ihr die phlogiſtiſirte oder Stickluft. Alle Phänomene bey dem Verbrennen laſſen ſich hieraus ungemein leicht und ungekünſtelt erklären: warum nämlich ohne Luft kein Verbrennen vor ſich geht, weil alsdenn das Vehikulum für den Brennſtoff fehlt; warum das Verbrennen um deſto lebhafter geſchiehet, je reiner die Luft oder je mehr ſie Zugang hat, weil ſie dann mit deſto größerer Kraft aufs Phlogiſton und deſto mehr davon frey machen kann; warum in einem beſtimmten Raume nur eine beſtimmte Menge des verbrennlichen Körpers verbrennen kann, weil die Luft nur eine beſtimmte Menge des Brennſtoffs in ſich aufnehmen kann, da ſie dann damit geſättigt und unfähig

wird,

wird, neues Phlogiſton frey zu machen. Endlich die wechſelſeitige Abnahme des abſoluten Gewichts der Luft, worinn ein Körper verbrennt iſt, und der Zunahme des Rückſtandes dieſes Körpers an Gewicht folgt ganz natürlich und leicht aus dem negativen Gewicht des Phlogiſtons oder des Licht- und Wärmeſtoffs.

451. §. bb.

Die verſchiedenen Grade der Cohäſion zwiſchen den mannichfaltigen ungleichartigen Beſtandtheilen der entzündlichen Körper und dem Phlogiſton machen freylich, daß nicht alle brennbare Subſtanzen bey einerley Hitze zur Entzündung gebracht werden können, und daß einige, wie z. B. die edeln Metalle, gar nicht entzündlich ſind, ob ſie gleich phlogiſtiſch ſind, indem bey dieſen die Anziehung ihrer Grunderde zum Phlogiſton größer iſt, als die, welche die reſpirable Luft dagegen hat.

451. §. cc.

Wenn ein entzündlicher Körper Beſtandtheile enthält, welche bey der Hitze, die zu ſeiner Entzündung nöthig iſt, flüchtig ſind; ſo erheben ſich dieſe bey dem Brennen deſſelben mit, und bilden den Rauch und die Flamme. Wenn ſich hingegen bey dem Verbrennen des Körpers nichts Flüchtiges weiter entwickelt, was einen Rauch bilden könnte, ſo verbrennt er ohne Flamme mit bloßem Glühen, wie z. B. reine Kohlen.

Die Flamme iſt alſo keineswegs reines Feuer; ſondern ſie iſt brennender Rauch der Körper. Daher verlieren auch die organiſchen Stoffe durch die trockne Deſtillation die Fähigkeit mit Flamme zu verbrennen, und werden zur Kohle, die ohne Flamme brennt. Es können ſolchergeſtalt gar ſehr verſchiedene Dinge die Flamme bilden, und die verſchiedene Dichtigkeit derſelben iſt auch der Grund der verſchiednen Farbe derſelben. So verbrennt Weingeiſt mit einer bläulichen Flamme, Zink mit einer außerordentlich blendenden weißlich gelben, Kupfer mit einer grünen, Sedativſalz im Weingeiſt aufgelößt mit einer grünen Flamme. Ein Gemeng aus einem Theil Salmiak, zwey Theilen Grünſpan und zwey Theilen weißen Pech ertheilt dem Caminfeuer eine ſchöne grüne Farbe; ein anderes hingegen von einem Theile gebrannten Kupfervitriole, einem halben Theile Salmiak und einem Theile weißen Pech eine blaue Flamme.

451. §. dd.

Höchſt merkwürdig ſind die Selbentzündungen, wovon unſer Hr Verf. nur die des Pyrophors (§. 451) anführt. Sie entſtehen allemal dann, wenn in einem entzündlichen Körper durch Veränderung ſeiner Kapazität gegen den Wärmeſtoff, entweder durch Gährungen, oder durch Vermiſchung mit andern, ſoviel Wärme frey und entwickelt wird, als hinreichend iſt, den entzündlichen Theil ſonſt in Brand zu ſetzen. Dahin

hin gehört 1) **die Entzündung der Oele durch rauchenden Salpetergeiſt.** Man nehme eine porzellänene Taſſe, gieße eine Loth Terpenthinöl hinein, ſetze ein halbes Loth recht ſtarkes Nordhäuſer Vitriolöl hinzu, rühre es mit einer Glasröhre geſchwind um, und ſchütte dann von einem Lothe recht ſtarker, rauchender Salpeterſäure hinzu. Man muß nicht zu ängſtlich von der letztern hinzutröpfeln; und wenn nach den erſten Hineingießen nicht gleich die Flamme hervorbricht, ſo gleich in kurzen Zwiſchenzeiten beherzt nachgießen; ſich aber auch ſonſt vor dem Umherſprützen in Acht nehmen. Man ſehe mein Handb. der Chemie, Th. I. §. 864 — 867. 2) **Die Entzündung des rauchenden Vitriolöls durch gebrannte Bitterſalzerde.** Man nimmt etwa ein halb Loth friſch gebrannter Magneſie, thut ſie in eine Theetaſſe, und ſchüttet an einem dunklen Orte etwa ein Loth Vitriolöl hinzu, wo man ein würkliches Glühen und ein Funkenwerfen wahrnimmt. Man ſehe mein Handbuch der Chemie §. 689. 3) **Die Selbſtentzündung der Schwefelkieſe,** ſo wohl der natürlichen als der künſtlichen. Der Verſuch gelingt mit kleinen Maſſen nicht, wo nur Erhitzung, aber nicht eigentliche Entzündung entſteht. Herr **Baumé** mengte 100 Pfund Eiſenfeile und eben ſo viel gepulverten Schwefel mit Waſſer zu einer ſteifen Maſſe, die er in einen eiſernen Topf packte; nach 10 Stunden ſchwoll ſie an, ward warm; es erhob ſich ein Waſſerdunſt, und die Maſſe erhielt Borſten und

Riſſe. Nach den folgenden 10 Stunden hatte die Hitze, der Geruch und der Dampf ſehr zugenommen, und nachdem das Wäſſerige verdunſtet war, brach die Materie in eine ſtarke Flamme aus, die aber nur zwey bis drey Minuten dauerte, die Materie ward rothglühend, und die Hitze dauerte noch 40 Stunden, aber ohne Flamme. Nachher ließ ſich aus dem verwitterten Gemiſch ein Eiſenvitriol auslaugen. Die wechſelſeitige Anziehung des Eiſens zur Vitriolſäure des Schwefels, und die Anziehung der reſpirablen Luft gegen das Phlogiſton des letztern ſind die eigentlichen würkenden Urſachen zur Hervorbringung des Phänomens. — Aehnliche Selbſtentzündungen fallen bey den natürlichen Schwefelkießen, bey dem Verwittern der Alaunerze, und bey den auf den Halden liegenden Schwefelkießen und kießigten Mineralien im Hüttenweſen häufig genug vor; und ſelbſt der Kohlenbrand einiger Steinkohlengruben hat in dem Verwittern des Schwefelkießes und der dadurch bewürkten Erhitzung ſeinen Grund. 4) **Die Selbſtentzündungen geröſteter vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen**, wie z. B. der geröſteten Cichorienwurzeln, Bohnen, Kleye, der mit Oel gekochten Kräuter, des Hanfs mit Leinöl und Kühnruß, u. d. gl. m. Sehr merkwürdige Beyſpiele hierzu finden ſich in den neuen nordiſchen Beyträgen B. III. S. 37. und in Hrn. B. R. Buchholz Beytrag zur Geſchichte der Selbſtentzündungen und den ſo genannten Luftzündern; in Crells chem.

Anna=

Annalen J. 1784. B. I. S. 411. u. 483. Dieſe Arten der Selbſtentzündungen verdienen insbeſondere von der Polizey beherziget zu werden. Endlich 5) die Selbſtentzündung des Pyrophorus. Die Erklärung, welche der Hr. Verf. davon §. 451. giebt, iſt nicht ganz der Sache angemeſſen. Er enthält keine freye concentrirte Vitriolſäure, ſondern dieſe findet bey der Bereitung Brennſtoff genug, um Schwefel werden zu können. Es iſt jetzt ausgemacht, daß kein Pyrophorus mit ſolchem Alaun gemacht werden könne, der kein feuerbeſtändiges Laugenſalz bey ſich führt. Alkaliſche Schwefelleber und kohligte Subſtanz ſind auch die beyden weſentlichen Beſtandtheile des Luftzünders; die Alaunerde iſt außerweſentlich. Wenn nun feuchte Luft zu dem gut bereiteten Pyrophorus hinzukömmt; ſo zieht das Laugenſalz, durch die Feuchtigkeit der Luft unterſtützt, die Säure des Schwefels in der Schwefelleber, die reſpirable Luft aber den Brennſtoff des Schwefels an. Durch jenes wird, wegen der Veränderung der Kapazität der Feuchtigkeit gegen den Wärmeſtoff (§. 437 w.) fühlbare Wärme hervorgebracht, welche vermögend iſt, die Entzündung des ſo locker gebundnen Phlogiſtons zu bewürken.

Die Bereitung des Pyrophorus gelingt übrigens auf folgende Art am beſten: Man vermenge einen Theil ganz feinen Kohlenſtaub mit fünf Theilen gebranntem Alaun genau, fülle mit dem Gemenge eine kleine irdene Flaſche mit einer

engen Mündung bis zu Zweydrittel an, ſtelle ſie in einen Schmelztiegel, und umſchütte ſie ſo weit mit Sand, daß nur der Hals hervorragt. Man ſtelle den Tiegel ins Feuer, erhitze ihn ſtufenweiſe, bis endlich der Untertheil der Flaſche glühet. Es ſteigen erſt ſchweflichte Dünſte in die Höhe, die ſich endlich mit einer blauen Flamme an der Mündung der Flaſche entzünden. Man unterhält das Feuer ſo lange, bis man dies kleine Flämmchen an der Oefnung der Flaſche nicht weiter wahrnimmt. Man verſtopft dann die Flaſche mit einem gut paſſenden thönernen Stöpſel, läßt das Feuer ausgehen, und wenn die Flaſche ziemlich abgekühlt iſt, verwechſelt man den thönern Stöpſel mit einem gut paſſenden Kork, und verbindet die Flaſche, um den Luftzünder aufzubewahren, noch weiter mit Blaſe und Papier. Andere Bereitungsarten deſſelben und die Geſchichte ſeiner Theorie ſehe man in meinem **Handbuche der Chemie.** §. 787. — 799.

451. §. ee.

Wenn bey dem Verbrennen eines entzündlichen Körpers oder Gemiſches zugleich auch durch die damit verknüpfte Erhitzung luftförmige Stoffe erzeugt werden und plötzlich hervorbrechen, ſo iſt die Entzündung mit einem Geräuſche und mit einem Knalle vergeſellſchaftet. Hieher gehört das **Verpuffen des Salpeters** und der ſalpeterſauren Salze überhaupt mit entzündlichen Subſtanzen; das **Schießpulver**, das **Knallpulver** (ſ. mein **Handbuch der Chemie** §. 901.

und

und 909.); das Knallgold (ebendaſ. §. 2135—2144), und das Knallſilber (ebendaſ. §. 2099).

451. §. ff.

So fein übrigens auch der Grundſtoff der Entzündlichkeit iſt, ſo groß iſt doch die Veränderung, die er durch ſeinen Beytritt und durch ſeine Vereinigung in den ſinnlichen Eigenſchaften anderer Körperarten hervorbringt. So verwandelt er die ſo ätzende Vitriolſäure in den nicht mehr ätzenden, nicht mehr im Waſſer auflösbaren Schwefel; die Säure des Zuckers in das ſüße Salz, den Zucker; giebt den metalliſchen Grunderden den Glanz, die Geſchmeidigkeit, und die große Anzahl ſinnlicher Eigenſchaften, wodurch ſie ſich von andern Erden unterſcheiden; verwandelt die Phosphorſäure in den ganz davon verſchiednen Phosphor, u. d. g. m.

Der XXI. Abſchnitt.

Nähere Beſchreibung der merkwürdigſten von der atmoſphäriſchen Luft verſchiedenen luftartigen Maſſen.

452. §.

Der luftartige Grundſtoff, welcher als Beſtandtheil in der Grundmiſchung vieler an-

drer Maſſen ſteckt, der bey den Auflöſungen und Gährungen, (310. 313. §.), beym Verbrennen und Verkalken zuwege gebracht wird, und in eigenen Gefäßen geſammlet werden kann, hieß vormals bis zu den Zeiten des **Paracelſus** ſpiritus ſilveſtris, **wilde Luft**, **wilder Geiſt**. **Van Helmont**, des Paracelſus Schüler, gab ihm den Namen **Gas**, vermuthlich vom holländiſchen Wort **Ghoaſt**, welches mit dem hochteutſchen: **Geiſt**, und dem Engliſchen **Ghoſt** alle Aehnlichkeit hat. **Boyle** brauchte den Namen **künſtliche Luft**. Nachdem **Hr. Boerhaave** theils durch die oben ſchon angeführten Verſuche des Hn. **Hales**, theils durch eigene Verſuche, ſich gegen ſeine anfängliche Meinung davon überzeugt hatte, daß die Luft in einem unelaſtiſchen Zuſtande als Beſtandtheil in der Grundmiſchung vieler andrer Maſſen ſtecke; ward der Name **fixe Luft** nach und nach eingeführt. Nach dem Urtheil des Hn. **Lavoiſier**, in den Opuſcules Phyſiques & Chimiques, I Tome, I re Partie, Chap. VI. pag. 37. iſt es vornehmlich Herr **Black**, Profeſſor auf der Univerſität Glasgow, der die fixe Luft in der Chymie eingeführt hat. Seine Unterſuchungen über die weiße Magneſie, und ihren Unterſcheid von der Kalkerde haben es vornemlich veranlaſſet. Dieſe machte er zuerſt im Jahr 1755 bekannt im zweyten Bande der Eſſays and Obſervations read before a Society in Edinburgh, wovon man auch eine deutſche Ueberſetzung hat, unter dem Titel: **Neue Bemerkungen und Verſuche,**

ſuche, Altenb. 1757. M. ſ. auch davon Macbrides durch Erfahrungen erläuterte Verſuche über verſchiedene Vorwürfe, aus dem Engl. überſ. durch Conr. Rahn Zürich. 1766. Der Name fixe Luft iſt indeſſen der Sache nur angemeſſen, wenn die Luft wirklich als Grundtheil mit den Beſtandtheilen einer andern Maſſe verbunden iſt, nicht aber, wenn ſie ſich in ihrem freyen elaſtiſchen Zuſtande befindet: alſo wäre es wohl zu wünſchen, daß man einen andern der Sache mehr angemeſſenen Namen hätte, zumal da man nun weiß, daß es verſchiedene Gattungen dieſes aërischen Grundſtoffes giebt. H. Macquer im Dictionaire de Chymie behält van Helmonts Namen: Gas, aus ſehr guten Gründen. Vielleicht könnte man den Namen: Pnevmatikon in einem ähnlichen Sinn, wie den Namen: Phlogiſton brauchen.

Der Name der fixen Luft wird jetzt einer eigenen Art der Luftgattungen beygelegt, die der Herr Verf. im folgenden §. betrachtet. Er iſt ganz unſchicklich, wenn man darunter eine Luft verſieht, die in den Körpern einen Beſtandtheil ausmache; weil es, wie ich ſchon oben (§. 313. Anm.) bemerkt habe, keine verkörperte und figirte Luft giebt, ſondern alle bey den mannigfaltigen Zerlegungen der Körper erhaltene Luftarten erſt neu erzeugt und hervorgebracht ſind aus andern feſten oder tropfbar flüſſigen Beſtandtheilen, welche durch den Wärmeſtoff in den Aggregatzuſtand der luftförmigen Flüſſigkeit gebracht werden.

G.

453. §.

Unter den verſchiedenen Gattungen deſſelben hat man das mephitiſcht Gas (443. §.) vornemlich zuerſt kennen gelernt. Man erhält es in hinlänglicher Menge allemal, wenn eine Kalkerde, oder ein Laugenſalz, in einer Säure aufgelöſet wird, man kann mit Herrn **Prieſtley** Kreide und verdünntes Vitriolöl, als die wohlfeilſten hiezu dienlichen Maſſen brauchen, (M. ſ. **die Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft** 1 Theil 1 Abſchnitt 28 und 35 S.) und dieſe mephitiſche Luft hat einerley Natur mit derjenigen, die man beym Verkalken im Feuer erhält. (446. §.) Sie unterſcheidet ſich von der reinen atmoſphäriſchen Luft durch folgende ſehr merkwürdige Eigenſchaften.

Sie iſt 1) ſpecifiſch ſchwerer, und vermöge der Verſuche, welche der H. **Dúc d'Ayen**, und der H. **Dúc de Chaulnes** angeſtellet haben, faſt doppelt ſo ſchwer, als die eigentliche reine Luft 2) Sie iſt den Thieren, welche ſie athmen, äußerſt ſchädlich, ja augenbliklich tödlich, auch 3) löſcht ſie die Flamme eines brennenden Lichts und andrer brennenden Körper eben ſo ſchnell aus, als wenn man ſie ins Waſſer tauchte. Eben dieſe mephitiſche Luft wird 4) in weit größerer Menge, als die gemeine Luft, vom Waſſer aufgelöſet und eingeſogen. Das Waſſer erhält dadurch die Eigenſchaften des Selzerwaſſers und andrer Geſundbrunnenwaſſer: auch iſt nunmehr entſchieden, daß die natürlichen Geſundbrunnenwaſſer eine anſehnliche

liche Menge dieſer mephitiſchen Luft enthalten. Läßt man dergleichen natürlich oder künſtlich mit mephitiſcher Luft geſättigtes Waſſer im offenen Gefäß an der freyen atmoſphäriſchen Luft ſtehen; ſo verfliegt der Geſundbrunnengeiſt, welcher nichts anders als das mephitiſche Gas ſelbſt iſt. Eben dies Gas hat Merkmale einer Säure, welche die gemeine Luft nicht hat, und H. Bergmann hat bewieſen, daß es den Sonnenblumenſaft roth färbt (in den Schriften der Schwed. Acad. der Wiſſ. vom April, May, und Junius des Jahrs 1773.) Eben dieſe mephitiſche Luft ſchlägt den Kalk aus dem Kalkwaſſer nieder, man mag das Kalkwaſſer einer ſolchen Luft frey ausſetzen, oder Kalkwaſſer mit ſolchem Waſſer vermiſchen, das mit mephitiſcher Luft imprägnirt iſt. Daher hat das mit mephitiſcher Luft angeſchwängerte Waſſer auch die vom Herrn Lane entdeckte Eigenſchaft, daß es Eiſen auflöſet. Wenn man Eiſenfeilſpäne hineinlegt, ſo verwandelt es ſich bald in ein ſtarkes, und doch dabey mildes und angenehmes Stahlwaſſer.

Merkwürdig iſt noch, daß eben dieſe Luft der Fäulniß wiederſtehet. Es ſcheint faſt, als wenn man ſich beynahe darüber einverſtanden hätte, diejenige ſchädliche Luftart, welche die hieſelbſt beſchriebenen Eigenſchaften zuſammen genommen beſitzt, ſchlechthin, und in beſondern Sinn, fixe Luft zu nennen: da dann andre Luftgattuugen durch eigene Namen davon unterſchieden werden müſſen. H. Achard handelt von dieſer Luft ebenfalls unter dem Namen der fixen Luft in ſeinen vor Kurzem herausgekommenen Chymiſch-Phyſiſchen Schriften. Berlin 1780. Es gehört

hieher, die Abhandlung: Ueber das mit fixer Luft geſchwängerte Waſſer, als ein Auflöſungsmittel der alkaliſchen Erden und der Metalle 34. u. f. S. auch: Ueber die Säure des mit fixer Luft geſchwängerten Waſſers, 328. u. f. S. Hrn. Bergmanns Abhandlung: De Acido Aëreo iſt in ſeinen Opuſculis Phyſicis et Chymicis Holm Upſal et Aboae 1779. wieder mit gedruckt: es iſt gleich die erſte in dieſer Sammlung.

d. Verf.

Der Name mephitiſches Gas wird überhaupt mehrern irreſpirabeln Luftarten beygelegt. Beſſer bezeichnet man daher die hier beſchriebne Gasart durch den Namen der Luftſäure (acidum aëreum), oder Kreidenſäure (acidum cretae). Man nennt ſie auch im engern Sinne des Worts fixe Luft (aër fixus). Um ſie zu entbinden, dient am beſten gepulverte Kreide, auf welche man in der unten (§ 464) beſchriebenen Entbindungsflaſche, deren Seitenröhre unter dem Trichter der mit warmem Waſſer gefüllten Wanne des pneumatiſch-chemiſchen Apparats (§ 463) geſtellt wird, verdünnte Vitriolſäure gießt.

Das eigenthümliche Gewicht dieſer Luft gegen das der atmoſphäriſchen iſt, wie 561 : 455.

Kaltes Waſſer löſt die Luftſäure völlig auf; wenn man die Vorlage, worinn man dieſelbe geſammlet hat, auf dem Tragegeſimſe der Wanne ſtehen läßt, und die Stelle des darinn befindlichen Waſſers mit einem Bindfaden um den Cylinder bezeichnet; ſo findet man, daß das Waſſer täglich höher ſteigt, wenn es an einem kalten Orte ſtehet, und endlich den Cylinder ganz anfüllt, wenn die Luftſäure rein war. Waſſer, welches die Temperatur von etwa 40 Gr. Fahrenh. hat, verſchluckt etwas mehr, als ſein eigenes Volumen beträgt; 50 Gr. warmes Waſſer kaum ſein eignes Volumen, und immer um ſo weniger, je wärmer es iſt. Durchs Kochen wird viel-

mehr

mehr alle Luftſäure wieder aus dem Waſſer getrieben. Durch Schütteln befördert man die Auflöſung der Luftſäure im Waſſer ſehr.

Die Luftſäure iſt ſauer, und verdient daher dieſen Namen. Dieſe Säure zeigt ſich in dem mit Lufſäure angeſchwängerten Waſſer ſchon durch den Geſchmack, und noch deutlicher durch das Röthen der Lackmustinctur. Dieſe Röthe verſchwindet aber wieder an der freyen Luft, indem die Luftſäure aus dem Waſſer verfliegt. Die ſo genannten Sauerbrunnen oder Säuerlinge haben ihren ſtechenden, ſäuerlichen Geſchmack und Geruch, ihre Eigenſchaft Blaſen zu werfen und zu pittilliren eben von der Luftſäure.

Um das Waſſer bequem mit Luftſäure anzuſchwängern, dient am beſten die Parkerſche Glasgeräthſchaft, deren Theile und Gebrauch ich in meinem Handbuche der Chemie §. 242. 243. beſchrieben habe. Eine Zeichnung davon findet man in Herrn Magellan's Beſchreibung eines Glasgeräthes, aus dem Engl. überſetzt von Herrn Wenzel. Dresd. 1780. 8.

Die Luftſäure neutraliſirt gewiſſermaßen, wie eine andere Säure, die Laugenſalze und Erden. Die Kalkerde verliert dadurch ihre ſonſt eigenthümliche Aetzbarkeit auf die thieriſche Faſer. Die mit Luftſäure verbundenen Laugenſalze heißen milde oder luftſaure, ſonſt aber ätzende oder auch reine. Jene brauſen eben wegen der Luftſäure mit andern Säuren auf, die näher mit den Laugenſalzen und Erden verwandt ſind, als der Stoff der Luftſäure es iſt. Das Gewächslaugenſalz erlangt durch die Luftſäure die Fähigkeit ſich zu kryſtalliſiren; und überhaupt verlieren die Laugenſalze ſämmtlich mit der Luftſäure ihre Kryſtalliſirbarkeit.

Die Kalkerde verliert durch die Luftſäure auch ihre natürliche Auflösbarkeit im Waſſer. Durchs Brennen

nen im Feuer läßt ſich aus der rohen, d. h. luftſauren, Kalkerde die Luftſäure austreiben; nun wird die Kalkerde ätzend, und heißt gebrannter, lebendiger Kalk: (§. 446). Bringt man zum Kalkwaſſer, d. i. zur Auflöſung des gebrannten Kalkes im Waſſer, Luftſäure, ſo wird jener wieder roher Kalk; er kann nicht mehr aufgelößt bleiben, und fällt nieder; daher trübt ſich das Kalkwaſſer gleich. Ein Ueberſchuß der Luftſäure lößt aber den rohen Kalk wieder auf, und ſo iſt in den mehreſten Brunnenwaſſer die Kalkerde durch die Luftſäure aufgelößt enthalten. Durchs Kochen verfliegt das Menſtruum, und es ſondert ſich die rohe Kalkerde als Pfannenſtein ab.

Auch reguliniſches Eiſen wird durch luftſaures Waſſer aufgelößt, und die ſo genannten Stahlbrunnen können davon ein Beyſpiel geben. Durchs Kochen werden ſie zerſetzt, weil dann das Menſtruum verfliegt.

Die vollſtändigſte Abhandlung über die Luftſäure iſt die des Herrn Bergmanns: de acido aëreo, in ſeinen opuſc. phyſicis et chemicis. Upſal 1779. 8. Ueber die Verfertigung künſtlicher Sauerbrunnen verdient derſelbe ebenfalls nachgeleſen zu werden: de aquis medicatis frigidis arte parandis, in eben dieſem Bande ſeiner opuſculorum. S. 185.

G.

454. §.

Eine mephitiſche luftmaſſe von eben der Natur wird bey allen geiſtigen Gährungen des Weins, des Aepfel oder Birnmoſts, und des Biers entwickelt. Man findet ſie allezeit in großer Menge vollkommen entbunden auf der Oberfläche der gährenden Flüſſigkeit nach H. Prieſtley ohngefähr 9 bis

10 Zoll hoch, nach neuern Erfahrungen des H. Duc de Chaulnes wohl 3 bis 4 Fuß hoch, wenn die Flüſſigkeit in einem großen Gefäß gährt, wovon der Rand 3 bis 4 Fuß hoch über der gährenden Flüſſigkeit erhaben iſt. Sie verbindet ſich mit dem gemeinen Waſſer, das man ihr ausſetzt,, ſie präcipitirt den Kalk aus dem Kalkwaſſer, die cauſtiſchen Laugenſalze ziehen ſie ſtark ein, und verlieren dadurch ihre Cauſticität. Ein Thier ſtirbt darin plötzlich, und die Feuerflamme verlöſcht darin. Von eben dieſer Natur iſt wenigſtens allemal in einem gewiſſen Grade die Luft in einem eingeſchloſſenen Raum, worin eine Flamme eine zeitlang gebrannt hat, und verlöſcht iſt, oder worin nur Kohlen eine zeitlang bis zum Verlöſchen gebrannt haben. Wenn in einem eingeſchloſſenen Raum Menſchen oder Thiere die atmoſphäriſche Luft athmen; ſo leidet ſie eine Veränderung, die mit derjenigen völlig übereinkommt, welche damit vorgehet, wenn eine brennbare Maſſe eine zeitlang darin brennt und zuletzt verlöſcht. Ihre Maſſe, oder wenigſtens ihre Elaſticität vermindert ſich, die darin athmenden Thiere verfallen in mehr oder weniger Zeit in Zuckungen, und ſterben. Bringt man ein lebendiges geſundes Thier in eben die Luft hinein, worin ein andres eine zeitlang geathmet hat, und zuletzt erſtickt iſt; ſo verfällt es unverzüglich in eben die Zufälle, die ſehr ſchnell den Tod nach ſich ziehen. Noch gehört hieher ſolche Luft, worin Sachen in Fäulniß gegangen ſind, worin ſich Ausdünſtungen von

Oel=

Oelfarben, oder auch von einer Vermiſchung aus Eiſenfeil und Schwefel verbreitet haben. Gewöhnlich iſt eine ſolche Luft mehr oder weniger mit gemeiner Luft auch wohl mit Ausdünſtungen andrer fremdartiger Maſſen vermiſcht: daher iſt ſie auch von dem ganz reinen mephitiſchen Gas noch in manchen Stücken verſchieden. Ohne Zweifel gehören hieher auch die **Schwaden** und **böſen Wetter** in Bergwerken, und andern unterirdiſchen Höhlen.

Die Luftſäure macht einen Beſtandtheil aller organiſchen Körper aus, und kann aus ihnen durchs Verbrennen und durch trockene Deſtillation gezogen werden; ſie entbindet ſich aus ihnen bey der Gährung und Fäulniß, und iſt ferner ein Beſtandtheil der rohen Kalkerde und Laugenſalze, mehrerer natürlicher metalliſcher Kalke, und der Sauerbrunnen. In unſerer atmoſphäriſchen Luft befindet ſie ſich ebenfalls und die tödtende Eigenſchaft verſchiedener Gruben und Dunſthöhlen, z. B. Grotta del cane, der Pyrmonter Dunſthöhle rührt davon her. Der Hauch warmblütiger Thiere enthält ſie auch. Unſer Herr Verf. verwechſelt aber, wie auch einige andere berühmte Naturforſcher thun, die Luftſäure mit der phlogiſtiſirten Luft, die nachher beſchrieben werden ſoll; denn dieſe letztere iſt es, welche aus einem Gemiſch von Schwefel und Eiſen entſteht, wenn dies in eingeſchloſſener reſpirabeler Luft verwittert. Mehrere Schwaden und böſe Wetter ſind öfter phlogiſtiſirte, als fixe Luft. G.

455. §.

Wenn man in Erwegung ziehet, wie ſehr groß die Menge der Menſchen und Thiere iſt, die

in

in der Athmoſphäre athmen, die Menge der thieriſchen und vegetabiliſchen Maſſen, die in der Atmoſphäre gähren und faulen, die Menge der Maſſen, die in Städten und Dörfern beſtändig verbrannt werden, ſo ſiehet man leicht, woher es komme, daß die atmoſphäriſche Luft nahe an der Erdfläche, beſonders an ſolchen Orten, wo Menſchen und Thiere in zahlreicher Menge leben, mit einer beträchtlichen Menge von mephitiſcher Luft vermiſcht ſeyn müſſe. Gewiſſe Maſſen, welche von dem mephitiſchen Gas angegriffen werden, leiden auch wirklich, wiewohl langſamer und im geringern Grade, eben die Aenderungen, wenn ſie der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt ſind. Das Kalkwaſſer der freyen Luft ausgeſetzt, überziehet ſich bald mit dem ſogenannten Kalkrahm, und der in dem Waſſer aufgelößte Kalk ſcheidet ſich heraus. Vermöge dieſer Gründe wäre es kaum begreiflich, wie es verhütet werden könne, daß nicht längſt die ganze Atmoſphäre in der untern Gegend mephitiſch, und Menſchen und Thieren tödtlich geworden ſey, wenn nicht in der Natur andre Mittel dazu dienten, die Atmoſphäre von dieſer ſchädlichen Beymiſchung wieder zu befreyen.

H. **Prieſtley** ſchloß grünende und wachſende Pflanzen unter Recipienten ein, die mit mephitiſcher Luft angefüllet waren, um zu erfahren, ob ſie den Pflanzen eben ſo ſchädlich, als Menſchen und Thieren ſey, und beobachtete dabey ſehr merkwürdige Erfolge. Ueberhaupt betrachtet wachſen

die

die Pflanzen in der mephitiſchen Luft zwar nicht ſo gut, als in der gemeinen Luft, die mehreſten aber wachſen dennoch ungehindert darin fort. Am merkwürdigſten aber iſt es, daß die mephitiſche Luft, worin die Pflanzen wachſen, ihre Schädlichkeit verliert, und die Eigenſchaften der gemeinen Luft wieder erhält. Demnach iſt die Vegetation der Pflanzen ein Mittel, die Geſundheit der Atmoſphäre zu erhalten, und ſie von der Beymiſchung der mephitiſchen Luft wieder zu befreyen. Dazu kommt noch dieſes, daß die große Menge Waſſer, welche über der ganzen Erde vertheilt iſt, dieſe mephitiſche Luft in ſehr großer Menge nicht allein einſaugt, ſondern auch zerlegt, und von ihrer Schädlichkeit befreyet. Nach H. **Prieſtleys** und andern Erfahrungen geſchicht das vornemlich alsdenn, wenn das Waſſer mit der mephitiſchen Luft ſtark bewegt wird.

Die Luftſäure, welche der Hr. Verf. hier immer unter mephitiſcher Luft verſteht, wird durchs Wachſen der Pflanzen darinn nicht umgeändert oder zu reſpirabeler Luft; ſondern durchs Waſſer eingeſogen, und ſo hernach ein Beſtandtheil der Pflanzen, die dagegen beym Wachſen im Sonnenſchein dephlogiſtiſirte Luft von ſich geben, und in ſo fern freylich die im eingeſchloſſenen Raume befindliche fixe Luft reſpirabeler machen können.

Die Luftſäure iſt eine eigene elementariſche Säure, und kann daher weder aus reiner Luft und Phlogiſton, noch aus Kohlenſtoff und oxigène u. d. gl. erzeugt ſeyn. Wo ſie zum Vorſchein kömmt, da iſt ſie in den Körpern präexiſtirend geweſen, zwar nicht als Luft (denn es giebt keine verkörperte Luft), ſondern

als

als concrete, feſte Säure, die durch den Beytritt des Wärmeſtoffs bey der Zerlegung des Körpers erſt luftförmig wurde. Die beweiſenden Verſuche für dieſe Behauptungen ſehe man in meiner Diſſ. de geneſi aëris fixi et phlogiſticati. Hall. 1786. 8.

G.

456. §.

Der größte Theil der Chymiſten, welche ſich mit den Unterſuchungen über die verſchiedenen Luftgattungen beſchäftiget haben, halten dafür, daß die reine Luft ſchädlich werde, wenn ſie ſich mit dem Phlogiſton verbindet. Dies ſchließt man daraus, weil alle Zerlegungen ſolcher Maſſen, die viel Phlogiſton enthalten, beym Verbrennen Gähren und Faulen, die Luft ſchädlich machen. Daher iſt der Name **phlogiſtiſirte Luft** entſtanden, wodurch man eine Luft verſteht, die ſich in einem mittlern Zuſtande befindet, zwiſchen der reinſten Luft, die man kennet, und der vollkommen mephitiſchen Luft. Die reinſte Luft, welche zum Einathmen für Menſchen und Thiere am allerzuträglichſten, und zur Unterhaltung der Flamme am geſchickteſten iſt, würde dieſer Vorausſetzung gemäß gar kein Brennbares enthalten und eine ſolche Luft wird verſtanden, wenn von der **dephlogiſtiſirten Luft** die Rede iſt.

Es ſcheint, man müſſe durch phlogiſtiſirte Luft eigentlich diejenige verſtehen, welche mit dem Phlogiſton geſättiget iſt. Die gemeine Luft verbindet ſich damit, wenn es aus andern Maſſen, z. E. aus brennenden Kohlen, ausdünſtet, auch eben ſo, beym Athemen der

Menſchen und Thiere. Dieſe phlogiſtiſirte Luft iſt den Thieren tödlich und löſcht brennende Lichter aus. Sie hindert nicht das Hervorkeimen des Saamens und das Wachsthum der Pflanzen: vielmehr iſt ſie demſelben beförderlich. Darin ſcheint ſie von der im beſondern Sinn ſo genannten fixen Luft ſich zu unterſcheiden. Man vergleiche den 455. §.

Die dephlogiſtirte Luft nennt H. Scheele Feuerluft M. ſ. deſſelben Chemiſche Abhandlung von der Luft und dem Feuer, nebſt einem Vorbericht von Torbern Bergmann. Upſal und Leipzig 1777 §. 29. Seite 28.

d. Verf.

II. Die phlogiſtiſirte Luft, Stickluft, oder auch verdorbene Luft (aër phlogiſticatus), wird jedesmal erhalten, wenn man einen verbrennlichen oder phlogiſtiſchen Körper in reiner oder reſpirabler Luft verbrennt oder verkalkt, oder ſonſt zerſtört. Da die organiſchen Körper zugleich auch den Stoff der Luftſäure enthalten, ſo entwickeln ſie beym Verbrennen auch zugleich dieſe mit, und man erhält dann die phlogiſtiſirte Luft nicht rein; ſie läßt ſich aber durch Waſchen mit Waſſer und noch ſchneller durch Kalkwaſſer von der fixen Luft befreyen. Die ausgehauchte Luft der Thiere iſt außer der fixen auch mit dieſer phlogiſtiſirten Luft beladen, und bey der Fäulniß organiſcher Weſen entſteht ſie auch. Sonſt erhält man ſie am reinſten bey der Verkalkung der unedlen Metalle in reſpirabler Luft, (nur Eiſen ausgenommen, das auch Luftſäure bey ſich führt), beym Verwittern der Schwefelleber und der Schwefelkieſe, beym Zerſetzen der Salpeterluft mit reſpirabler Luft. Wenn man Phosphorus unter einen Glascylinder in atmoſphäriſcher Luft über Waſſer verbrennt, und zwar ſo viel, als darin verbrennen will, ſo iſt die im Cylinder rückſtändige Luft, nachdem ſie eine Zeitlang mit dem Waſſer in Berührung geſtanden hat, die

reinſte Stickluft, mit der man nun zum Behuf der Vorleſungen Verſuche anſtellen kann.

Die Eigenſchaften der phlogiſtiſirten Luft ſind: 1) ſie iſt etwas ſpezifiſch leichter, als atmoſphäriſche Luft; 2) ſie wird vom Waſſer nicht verſchluckt und aufgelößt, wie die Luftſäure; 3) ſie hat keinen Geruch und Geſchmack; 4) ſie wirkt nicht auf Lackmustinktur und Kalkwaſſer; 5) ſie iſt irreſpirabel und Thiere tödtend; 6) ſie dient nicht zur Unterhaltung des Feuers; 7) ſie zerſetzt die Salpeterluft nicht.

Die Pflanzen wachſen und gedeihen aber in dieſer Luft ſehr wohl, und ſie verliert durch die Vegetation derſelben ihre für Thiere ſchädliche und nachtheilige Eigenſchaften und wird wieder reſpirabel. — Bey der Menge von phlogiſtiſchen Prozeſſen, welche ſtets in und an der Atmoſphäre vorgehen, bey der Menge der Brennmaterialien, die durch Hülfe der atmoſphäriſchen Luft verbrennen, der ſulphuriſchen Mineralien, welche dadurch verwittern, bey der Menge von Thieren, die mit jedem Athemzuge phlogiſtiſirte Luft in die Atmoſphäre ſenden, den Millionen von organiſchen Weſen, die darinn verweſen und faulen, — müßte die Atmoſphäre ſchon längſt zum Aufenthalte athmender Thiere unfähig geworden ſeyn, wenn die Natur ſich nicht jenes großen Hülfsmittels, des Wachsthums der Pflanzen bediente, um die phlogiſtiſirte Luft wieder in athembare umzuändern, oder ihr den phlogiſtiſirten Theil zu entziehen, der zugleich wieder für die Pflanzen ein Beſtandtheil und ein Nahrungsſtoff wird. Doch haben die Pflanzen das Vermögen, die Luft zu reinigen, nur beym Wachsthum im Sonnenſcheine und im Tageslicht. Man ſehe Hrn. Ingenhouſz Verſuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt worden, daß ſie die Kraft beſitzen, die atmoſphäriſche Luft u. ſ. w. überſetzt. Leipz. 1780. 8. ſehr vermehrt überſ. durch Hrn. Molitor. Wien 1786. 8. Ferner ſeine vermiſch-

te Schriften, überſ. von Hrn. Molitor. Wien 1784. 2. B. 8. Joh. Sennebier's phyſikaliſch=chemiſche Abhandlungen über den Einfluß des Sonnenlichts auf alle drey Reiche der Natur. 4 Theile. Leipz. 1784. 8.

Die phlogiſtiſirte Luft wird übrigens bey den phlogiſtiſchen Prozeſſen erſt erzeugt und zuſammengeſetzt, aus reiner Luft und Phlogiſton; iſt aber auch in der atmosphäriſchen Luft in beträchtlicher Menge enthalten, und man ſchätzt ſie darin auf ¾ des Ganzen dieſer Luft. G.

457. §.

Die metalliſchen durch die vereinigte Wirkung des Feuers und der Luft zuwege gebrachten Kalke ſind in eben dem Zuſtande, wie andre Ueberreſte der Verbrennung. Die Vergrößerung ihres Gewichts rührt von einer gasartigen Maſſe her, die ſich während der Verkalkung damit verbindet, und bey der Wiederherſtellung ſich davon losmacht. Wenn man Queckſilber in einem gegen den Zugang der Luft nicht ganz verſchloſſenen Gefäß einer gelinden Hitze ausſetzt, die nicht ſo ſtark iſt, daß ſie ihn ſublimiren kann, und in dieſem Zuſtande ihn mehrere Monathe läſſet; ſo verwandelt er ſich in ein rothes Pulver, welches die Chymiſten durch ſich ſelbſt präcipitirten Mercur nennen. Es iſt ein wahrer metalliſcher Kalk, wie auch ſelbſt H. Macquer nun im Dictionaire de Chymie zugiebt, ungeachtet er in den Anfangsgründen der Chymie andrer Meinung zu ſeyn ſchien. Dieſe Kalcinirung des Mercurs erfordert, wie die Verkalkung der andern

Metalle

Metalle, den Zugang der Luft; der Queckſilberkalk ſelbſt iſt nichts anders, als Queckſilber, das ſeines Brennbaren zum Theil beraubt, ſtatt deſſen aber mit einer gasartigen Maſſe verbunden iſt, die ſein Gewicht vermehrt. Die Herren **Prieſtley**, **Bayen**, und **Lavoiſier** haben dies Gas bey Wiederherſtellung der andern Metalle ſowohl, als auch des Queckſilbers, aus ihren Kälken durch Hinzuſetzung des Brennbaren wieder entbunden, und in Recipienten geleitet, die geſchickt waren, es von der Gemeinſchaft mit der atmoſphäriſchen Luft abzuſondern. Es war allemal bey Wiederherſtellung des Merkurs, ſo wie der übrigen Metalle, mephitiſches Gas, das Thiere tödtete, Lichter auslöſchte, den Kalk aus dem Kalkwaſſer niederſchlug, ſich mit dem Waſſer in großer Menge verbinden ließ; kurz es hatte Merkmale der eigentlichen mephitiſchen Luft.

Schon in der erſten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatte Jean Rey die Meynung, daß das vermehrte abſolute Gewicht der Metallkalke von eingeſogener Luft herrühre. In neuern Zeiten vertheidigten Prieſtley, Macquer, Fontana, Erxleben, Kirwan u. a. dieſe Meinung, und hielten dieſe Luft für Luftſäure. Man ſtützte die Meynung darauf: 1) weil man aus den Metallkalken beym Verglaſen derſelben in verſchloſſenen Gefäßen dieſe Gasart wirklich erhalten habe, 2) weil die zum Verkalken eines Metalles dienende Luft offenbar vermindert wird, und 3) weil bey der Wiederherſtellung des Metallkalkes ſich Luft entwickelt, und ein Aufbrauſen dabey deutlich wahrzunehmen ſey. — Ich leugne aber das Daſeyn der Luft, es ſey, welche ſie wolle, in den ganz friſchen Metallkalken, und

aus denſelben kann durch keine noch ſo ſtarke Hitze irgend ein luftförmiger Stoff ausgetrieben werden. Diejenigen, welche fixe oder dephlogiſtiſirte Luft daraus erhielten, haben ſolche Metallkalke angewendet, die ſchon lange dem Zugang der Luft exponirt geweſen waren. Bey den Verglaſen der friſchen Metallkalke behalten dieſe auch die Zunahme des abſoluten Gewichts, und, in dem Metallglaſe wird man doch nicht ſo viel Luft als gegenwärtig annehmen können, als nöthig wäre, jene Zunahme des Gewichts hervorzubringen. Ferner giebt es keine verkörperte Luft, und wie wäre es möglich, daß ein in der Wärme ſo expanſibeles Weſen in der Hitze ſich in den Kalk figiren und einſaugen ſollte, da es gerade durch die Hitze ausgetrieben werden kann? Das Aufbrauſen und die Entwickelung der Luft beym Reduciren der metalliſchen Kalke rührt endlich offenbar von den Reducirmitteln her, in welchen Niemand das Daſeyn des Stoffs der fixen Luft leugnet.

Auch in dem friſchen oder in offnen Gefäßen geglüheten Queckſilberkalke leugne ich das Daſeyn dephlogiſtiſirter Luft, und man wird aus ihm beym Glühen in verſchloſſenen Gefäßen, und der dadurch erfolgenden Wiederherſtellung nichts von Luft erhalten. Seine Reduction durchs Glühen in verſchloſſenen Gefäßen, ohne Zuſatz eines brennlichen Stoffs, beruhet auf der ſtarken Verwandtſchaft ſeines Kalks zum Brennſtoff, den er aus Licht und Wärmeſtoff bindet, und wieder zuſammenſetzt, während daß die reſpirabele Luft ausgeſchloſſen iſt, die ihm dieſen Brennſtoff wieder rauben würde. Der Queckſilberkalk iſt alſo den Kalken der edlen Metalle ähnlich, die auch durch bloßes Glühen und Schmelzen in verſchloſſenen Gefäßen wieder reducirt werden. G.

458. §.

Unter dieſen metalliſchen Kalken aber hat der durch ſich ſelbſt präcipitirte Mercur die Eigenſchaft,

daß

daß er ſich im verſchloſſenen Gefäß ohne Beymiſchung einer verbrennlichen Maſſe wieder herſtellen läßt. Man giebt dem Kalk nur einen etwas ſtärkern Grad der Hitze, als die Verkalkung erfoderte, ſo ſteiget er in die Höhe, verraucht in Dämpfen, und dieſe ſind alsdenn nichts anders, als der fließende Mercur, der alle ſeine Eigenſchaften ohne einigen Zuſatz wieder erhalten hat. Auch bey dieſer Wiederherſtellung des Mercurs ohne Zuſatz des Brennbaren entwickelt ſich eine große Menge Luft, die Hrn. Prieſtley und Lavoiſier haben ſie ebenfalls in dazu dienliche Recipienten geleitet, und bey Prüfung derſelben die ſehr merkwürdige Entdeckung gemacht, daß dieſe Luft eine der Natur der mephitiſchen Luft grade entgegen geſetzte Beſchaffenheit habe. Thiere leben und befinden ſich ſehr wohl darin, und wenn ſie in einem mit dieſer Luft erfüllten Raum eingeſperret ſind, ſo leben ſie fünf bis ſechsmal längere Zeit darin, als in einer gleichen Menge eingeſchloſſener atmoſphäriſchen Luft. Lichter brennen in dieſer Luft ſehr viel lebhafter mit einer weit gröſſern und mehr glänzenden Flamme, und das Verbrennen erfolgt in einer fünf bis ſechsmal kürzern Zeit, als in der gemeinen Luft. H. Macquer verſichert, er ſey davon ſelbſt Zeuge, er habe dieſe vortreflichen Verſuche mit der gröſten Verwunderung angeſehen. (Dictionaire de Chymie Tome II. Art. Gas déphlogiſtiqué, pag. 258. 259.).

Man kann zwar den Mennig oder Bleykalk nicht eben ſo leicht als Queckſilberkalk ohne Zuſatz des Brennbaren herſtellen; indeſſen iſt H. Prieſtley doch damit zu Stande gekommen, und er hat dabey ebenfalls eine ſehr reine dephlogiſtiſirte Luft erhalten. Das läßt vermuthen, man dürfte vielleicht die übrigen metalliſchen Kalke auf ähnliche Art herſtellen, und dabey allemal eine dephlogiſtiſirte Luft, wäre es auch nur in geringer Menge, zuwege bringen können. Das gemeine rothe Queckſilber-Präcipitat iſt eine ſchwere rothe leicht zerreibliche Maſſe, die mit dem durch ſich ſelbſt präcipirten Mercur alle Aehnlichkeit hat, und auf folgende Art zubereitet wird. Die Salpeterſäure löſet das Queckſilber auf, und die Auflöſung iſt helle und durchſichtig: wenn man ſie aber bis zur Trockenheit verrauchen läſſet; ſo bleibet das ſogenannte rothe Präcipitat zurück, und es hat alsdenn mit dem durch ſich ſelbſt präcipitirten Mercur durchgängig einerley Eigenſchaften. aus eben dieſem rothen Präcipitat läſſet ſich das lebendige Queckſilber im verſchloſſenen Gefäß allein durch die Wirkung der Hitze ohne weitern Zuſatz eben ſo wiederherſtellen, wie aus dem durch ſich ſelbſt präcipitirten Mercur, und bey dieſer Wiederherſtellung entbindet ſich ebenfalls die völlig reine dephlogiſtirte Luft. Die Wiederherſtellung wird durch den Zuſatz des Brennbaren beſchleuniget und erleichtert, aber die luftartige Maſſe, welche alsdenn entbunden wird, hat die Eigenſchaften der mephitiſchen Luft.

Meh-

Mehrere Arten dieſer merkwürdige Luftgattung zu erhalten beſchreibt H. Scheele in ſeiner Abhandlung von der Luft und dem Feuer im 32 bis 41 §. à 35 — 44 Seite.

d. Verf.

III. Die dephlogiſtiſirte Luft, Lebensluft, oder Feuerluft (aër dephlogiſticatus, vitalis, purus), welche man aus den Queckſilberkalken durch Glühen in verſchloſſenen Gefäßen gewinnt, kann man weit vortheilhafter und leichter, nach Herrn Hermbſtädts Vorſchlägen, aus dem Braunſtein ziehen, welches auch noch viel wohlfeiler iſt, als ſie aus dem Salpeter zu breiten. Man nehme zu dem Ende eine kleine, beſchlagene, irdene Retorte, die ohngefähr ein Nößel hält, thue ein halbes Pfund gröblich zerſtoßenen, von Kalkerde freyen, Braunſtein hinein, kütte eine lange blecherne Röhre an die Mündung der Retorte mit einem Kütte aus Thon und Lehm, laſſe dieſen Kütt trocken werden, lege dann die Retorte in einen gut ziehenden Windofen, umſchütte ſie ganz mit Kohlen, bringe die unterſte Mündung der Röhre unter den Trichter der unten (§. 463) vom Hern. Verf. beſchriebenen Wanne des pneumatiſch chemiſchen Apparats, die mit Waſſer gefüllt iſt, und auf deren Tragegeſimſe Vorlagen oder Flaſchen mit Waſſer gefüllt ſchon vorräthig ſtehen; man laſſe nun das Feuer allmählich und ſtufenweiſe angehen, ſo entwikkelt ſich anfangs die in der Retorte und Röhre enthaltene atmoſphäriſche Luft, und beym Glühen des Gefäßes kömmt die dephlogiſtiſirte Luft in ſehr beträchtlicher Menge, und von der beſten Güte.

Dieſe dephlogiſtiſirte Luft unterſcheidet ſich dadurch: 1) daß ſie ſich von den Thieren ohne Nachtheil und mit Nutzen athmen läßt, und im Grunde die einzige athembare Luft iſt; daß ein Thier in einem eingeſchloſſenen Raume derſelben fünf bis ſechsmal länger lebt, als in einem gleich großen Raume von atmoſphä-

moſphäriſcher Luft; 2) daß ein Licht darinn mit einer weit glänzendern und ſtärkern Flamme brennt, als in der atmoſphäriſchen Luft. Ein brennender Wachsſtock in ein geräumiges Glas, das dieſe Luft enthält, getaucht, verzehrt ſich darinn weit ſchneller, und brennt mit einem kniſternden Geräuſche. Ein glimmendes Docht, Papier, oder Holz geräth darinn ſo gleich wieder in Flamme. Das auffallenſte Phänomen bietet eine Uhrfeder dar, wenn man ſie zugeſpitzt ſchneidet, ein kleines Stück Zunderſchwamm an die Spitze ſteckt, dieſen an einem Licht anzündet, und dann in eine geräumige Flaſche voll dephlogiſtiſirter Luft taugt; der Schwamm brennt darinn mit Flamme, und ſo wie er verzehrt iſt, fängt die durch ihn glühend gewordene Stahlfeder zu brennen an, welches mit vielem Funkenwerfen und mit einem ſtarken Glanz geſchiehet; die abfallenden Kügelchen ſind wahre Eiſenſchlacken. Beſonders ſtark iſt die Flamme des darinn verbrennenden Phosphorus, wovon man ein Stückchen in der Größe einer Erbſe auf einen kleinen eiſernen Löffel, der horizontal an ein Eiſendrath befeſtigt iſt, legt, anzündet, und in die Flaſche mit dephlogiſtiſirter Luft taucht. Der davon ſich erhebende Dampf leuchtet in der Flaſche ſo ſtark, daß die Augen den Glanz deſſelben kaum ertragen können. Sonſt iſt die dephlogiſtiſirte Luft 3) um etwas ſpezifiſch ſchwerer, als gemeine Luft; und verhält ſich nach Prieſtley zu dieſer, wie 187 : 165. 4) Das Waſſer nimmt in der Kälte beym Ruhigſtehen etwas von dieſer Luft in ſich; wenn es vorher gekocht war, ohngefähr $\frac{1}{14}$ ſeines Umfangs. Durchs Kochen und Schütteln läßt das Waſſer dieſe Luft wieder fahren, die überhaupt damit nicht ſo ſtark zuſammenhängt, als die Luftſäure. 5) die Dephlogiſtiſirte Luft beſitzt keinen Geruch und Geſchmack; 6) röthet die Lackmustinctur nicht; und 7) trübt das Kalkwaſſer nicht.

Durch

Durch phlogiſtiſche Prozeſſe, die man in dieſer Luft vornimmt, wird ſie erſt der atmoſphäriſchen Luft ähnlich, und nachher ganz in phlogiſtiſirte Luft verwandelt. Die Vermindrung ihres Umfangs und ihres abſoluten Gewichts iſt dabey aber auch weit beträchtlicher, als bey der atmoſphäriſchen Luft, die zu dieſen Prozeſſen dient. Der Grund davon läßt ſich leicht, nach §. 451. z. aus der größern Menge des Brennſtoffs, die ſie in ſich nehmen kann, herleiten.

Die dephlogiſtiſirte Luft kann auf eine ähnliche Art, als aus dem Braunſtein, aus allen ſalpeterſauren Neutralſalzen, Mittelſalzen und metalliſchen Salzen erhalten werden. Auch die bloße Salpeterſäure giebt ſie, wenn ſie durch glühende irdene Röhren getrieben wird. Endlich liefern ſie alle Pflanzen, wenn ſie im Sonnenſcheine wachſen; und nach Hrn. Thomſon entwickelt ſie auch das bloße reine Waſſer, wenn es dem Sonnenſchein ausgeſetzt iſt.

In unſerer atmoſphäriſchen Luft macht die dephlogiſtiſirte Luft einen weſentlichen Beſtandtheil aus, und man ſchätzt ſie darin auf den vierten Theil des des Umfangs derſelben.

Hrn. Achards Meynung ſcheint mir immer noch die wahrſcheinlichſte zu ſeyn, daß dieſe Luftart nichts anders ſey, als luftförmiges Waſſer. Alle Stoffe, welche das in ihnen befindliche Waſſer nicht eher fahren laſſen, als im Glühezuſtande, liefern daher auch dephlogiſtiſtrte Luft, wenn ſie zugleich Verwandtſchaft genug zum Brennſtoff beſitzen, um beym Glühen denſelben in ſich zunehmen, wenn er ſich aus Licht- und Wärmeſtoff erzeugt. Wirklich findet man auch den Rückſtand der Körper, welche zur Bereitung der dephlogiſtiſirten Luft im Feuer gedient haben, phlogiſtiſirt. Bloßes Waſſer allein, wenn es durch glühende irdene Röhren gejagt wird, bildet eine ſehr phlogiſtiſirte Luft, weil hier ein Stoff mangelt, welcher bey der Bildung der Luft den Brennſtoff

der

der ſich aus dem Glühen bildet, in ſich nehmen könnte. G.

459. §.

Der Queckſilberkalk verliert bey der Wiederherſtellung ohne Zuſatz des Brennbaren eben ſo, wie andre metalliſche Kalke bey der Wiederherſtellung, den Ueberſchuß des Gewichts, den die Verkalkung zuwege gebracht hatte: alſo kann dieſe Aenderung des Gewichts wohl nur von der reinen Luft herrühren, die beym Verkalken ſtatt des Brennbaren ſich mit der metalliſchen Maſſe verbindet. Die reine Luft präcipirirt gleichſam das Brennbare aus der metalliſchen Maſſe, nimmt dagegen wie allemal in andern ähnlichen Fällen die Stelle der präcipitirten Maſſe ein. Eben dieſe Luft wird bey Wiederherſtellung der Kalke ohne Zuſatz des Brennbaren rein entbunden. Wenn aber die Wiederherſtellung mit Beyfügung des Brennbaren geſchicht; ſo vereiniget ſich ein Theil davon mit dem metalliſchen Kalk, der übrige Theil aber mit der Luft, indem ſie frey wird, und macht ſie mephitiſch. Zugleich muß dabey noch ein Umſtand in Betrachtung gezogen werden, der alle Aufmerkſamkeit verdient. Das Phlogiſton iſt gebundenes fixirtes Feuer, und unterſcheidet ſich um deßwillen in einigen Eigenſchaften von dem freyen Feuer. Die metalliſchen Kalke verbinden ſich viel leichter mit dem Phlogiſton, als mit dem freyen Feuer, jedoch macht die verſchiedene Beſchaffenheit der Metalle hier einigen Unterſcheid. Eben ſo verbindet ſich auch die rei-

ne

ne Luft zwar leicht mit dem Phlogiſton, aber nicht ſo leicht mit dem reinen Feuer.

Dieſerwegen läßt ſich die anſcheinende Schwierigkeit leicht heben, wenn es ſcheint, daß das Queckſilber beym Verkalken wie andre Metalle ſein Brennbares verliere, und doch gleichwohl bey der Wiederherſtellung ohne Zuſatz einer Brennbaren Maſſe es nicht wieder erhalte. Das Queckſilber erhält allerdings ſein Brennbares wieder, vielleicht indem ſich Grundtheilchen des freyen Feuers damit verbinden. Vielleicht iſt mit der Luft welche das Gewicht der metalliſchen Kalke vermehrt, Brennbares verbunden, welches mit dem Queckſilber bey ſeiner Wiederherſtellung wegen einer größern chymiſchen Verwandtſchaft ſich vereiniget, indem es die Luft verläßt, die ſolchergeſtalt nun völlig rein und dephlogiſtiſirt entbunden wird. Es ſcheint daß die Luft, und die Feuermaterie mit der mercurialiſchen Erde eine faſt gleiche chymiſche Verwandtſchaft haben. Iſt der Mercur der Wirkung der Wärme und der Luft zugleich ausgeſetzt; ſo wird er verkalkt. Die Luft, indem ſie das ihrige mit beyträgt, wenn die Wärme einen Theil des Brennbaren losmacht, vereiniget ſich ſtatt des Brennbaren mit der mercurialiſchen Erde, und ſo entſteht der Queckſilberkalk. Wenn dagegen dieſer Kalk im verſchloſſenen Gefäß der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt; ſo wird derſelbe von der Feuermaterie durchdrungen, deren Verwandtſchaft mit der mercurialiſchen Erde eben ſo groß iſt, als die Verwandtſchaft der Luft

mit

mit derſelben. Nun wird die Luft abgeſondert, die Feuermaterie tritt an ihre Stelle, und verurſacht die Wiederherſtellung.

Daß die Aendrung des Gewichts des Queckſilberkalks beym Reduciren bloß von der reinen Luft herrühre, wird dadurch widerlegt, daß der vorher in offenen Gefäßen geglühete mercurius praecipitatus per ſe, keine Luft beym Wiederherſtellen für ſich allein liefert. Der Queckſilberkalk kann nur in ſo fern dephlogiſtiſirte Luft geben, in ſo fern er Waſſer aus der atmoſphäriſchen Luft eingeſogen hat. Die totale Verminderung des Gewichts beym Reduciren eines ſolchen Kalks beträgt aber mehr, als der Verluſt dieſes Waſſers allein ausmachen würde. G.

460. §.

Die Vitriolſäure, wenn ſie mit zwey bis drey Theilen Waſſer geſchwächt iſt, löſet kleine eiſerne Nägel oder grobes Eiſenfeil ſehr leicht auf, und während der Auflöſung wird eine luftartige Maſſe entbunden, die ſich vornemlich durch ihre **Entzündbarkeit** von andern dergleichen Maſſen unterſcheidet, und eben darum **entzündbare Luft** heißt. Von der eigentlichen Luft iſt ſie unterſchieden und kommt mit der mephytiſchen Luft darin überein, daß ſie die Thiere, welche ſie einathmen, tödtet, auch eine hineingebrachte Flamme auslöſchet, ob ſie gleich ſelbſt entzündbar iſt. Dieſe ihre Entzündbarkeit iſt an das allgemeine Geſetz der Entzündung gebunden, daß die Berührung mit der gemeinen Luft nothwendig erfodert wird. Bringt man ein brennendes Licht in einen Recipienten, der entzündbare Luft enthält; ſo fängt der Theil

Feuer,

Feuer, welcher unmittelbar an die atmoſphäriſche Luft gränzt, allein das Licht verlöſcht, ſobald die Flamme von der atmoſphäriſchen Luft ganz ausgeſchloſſen iſt. Von dem eigentlichen mephitiſchen unterſcheidet ſich dies entzündbare Gas dadurch, daß es ſpecifiſch leichter iſt, auch vom Waſſer nicht ſo ſtark, und vielleicht nur alsdenn eingeſogen und zerlegt wird, wenn es mit dem Waſſer eine ziemliche Zeit ſtark geſchüttelt wird. Ganz reines entzündbares Gas kann man in einem Gefäß, das mit einer nur kleinen Oefnung verſehen iſt, nicht anders als da, wo es an der Oefnung die Luft berührt, in Flammen ſetzen: dieſe Flamme brennt alsdenn ohne Rauch und Ruß, ſo lange die Auflöſung währet, ruhig fort. Wenn das Gefäß eine weite Oefnnng hat, ſo entzündet ſich mehr auf einmal, weil eine größere Menge davon mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung iſt. Hat man aber eine hinlängliche Menge gemeiner Luft mit der entzündbaren vermiſcht; ſo entzündet ſich auch in einem Gefäße mit einer engen Oefnung die ganze Maſſe mit einem ſtarken Schlage auf einmal bis auf den Boden des Gefäßes, wenn man der Oefnung eine Flamme nähert. Nach den Erfahrungen des Herrn **Prieſtley** und **Lavoiſier** muß man in ſolcher Abſicht mit einem Theil entzündbarer Luft zwey Theile gemeine Luft vermiſchen.

461. §.

Weil man weiß, daß die atmoſpäriſche Luft nicht völlig rein und eigentlich nur die völlig reine de-

dephlogiſtiſirte Luft zum einathmen und zur Unterhalung einer brennenden Flamme am allergeſchickteſten iſt; ſo folgt daraus, daß zu einerley Menge von entzündbarer Luft eine weit geringere Menge dephlogiſtiſirter Luft erforderlich ſeyn werde, um Entzündung und Schlag in eben der Stärke, ja wohl noch ſtärker, zuwege zu bringen. Hat man die dephlogiſtiſirte Luft recht rein, ſo genügt ein Theil dephlogiſtiſirter Luft mit zweyen Theilen entzündbarer Luft vermiſcht, um eine ſchleunige Entzündung der ganzen Maſſe mit einem vierzig bis funfzigmal ſtärkern Schlage zuwege zu bringen, als in dem Fall, wenn in eben dem Gefäß ein Gemiſche entzündet wird, das aus zweyen Theilen atmoſphäriſcher Luft mit einem Theile entzündbarer Luft beſtehet. Mephitiſche Luft mit der entzündbaren vermiſcht verhindert die Entzündung der letztern wie man leicht erachten wird: nur muß man beym Verſuch verhüten, daß der entzündbare Theil des Gemiſches mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung komme, weil ſonſt dieſer Theil Feuer fängt.

462. §.

Die entzündbare Luft wird faſt ſo gut aus dem Zink, als aus dem Eiſen bey der Auflöſung in Vitriolſäure entbunden: Zinn hat H. Prieſtley auch gebraucht, vorzüglich aber Eiſen, oder Zink. Faſt aus allen verbrennlichen Körpern, ſie mögen zum Mineralreich, Pflanzenreich oder Thierreich gehören, wird bey ſehr ſchneller Verbrennung eine Menge entzündbarer Luft entbunden,

den, und man bedient ſich dazu mit Vortheil eines großen Brennglaſes. (M. ſ. **Prieſtleys Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft**, 1 Theil, 3 Abſchnitt, und 2 Theil. 6 Abſchnitt. Am allermeiſten unerwartet war wohl die Entdeckung, welche Hr. Alexander **Volta** in Como im Jahr 1776 machte, daß man überall an waſſer- und ſumpfreichen Orten auf der Erde die entzündbare Luft in großer Menge vollkommen zubereitet antreffe. Man kann faſt aus jedem Waſſergrunde dergleichen entzündbare Luft erhalten, und in Gefäßen ſammlen, wenn man nur mit einem Stabe die im Grunde befindliche Erde und den Schlamm auflockert. Es kommen alsdenn bald mehr bald weniger Blaſen im Waſſer in die Höhe, die an der Oberfläche zerplatzen: in den allermeiſten Fällen, und in den mehreſten Waſſergründen wird man die in ſolchen Blaſen emporkommende Luft entzündbar finden. Um ſie aufzufangen, bedient man ſich am liebſten gläſerner Gefäße, weil man wegen ihrer Durchſichtigkeit ſehen kann, was darin vorgehet. Das Gefäß wird mit Waſſer angefüllt, alsdenn aber noch unter dem Waſſer umgekehrt, ſo daß die Oefnung unten befindlich iſt, und etwas über der Waſſerfläche jedoch nur ſo hoch empor gezogen, daß die Oefnung noch unter dem Waſſer bleibt: ſo bleibt wegen des Drucks der Atmoſphäre das Gefäß dennoch mit Waſſer gefüllt. Durch dieſe Oefnung läßt man die aus dem Grunde empor

ſteigende Blaſen ins Gefäß hinein dringen, wo-bey auch, wenn die Oefnung vielleicht eng iſt, ein Trichter zu Hülfe genommen wird. Die ſo ins Gefäß hineindringende Luft treibt nach und nach das Waſſer zum Gefäße heraus, und zuletzt wird die Oefnung ehe man ſie aus dem Waſſer empor ziehet, hinlänglich luftdicht verſchloſſen. M. ſ. die **Briefe über die natürlich entſtehende entzündbare Sumpfluft von Herrn Alexander Volta, aus dem Italiäniſchen, Winterthur** 1778, wovon man auch eine in Zürch herausgekommene Ueberſetzung hat.

IV. Die entzündbare metalliſche Luft iſt von der Sumpfluft und der aus organiſchen Körpern überhaupt gezogenen brennbaren Luft zu unterſcheiden. Jene iſt viel leichter, als die letztere, die mit reſpirabeler oder dephlogiſtiſirter Luft vermiſcht beym Abbrennen auch bey weitem nicht ſo ſtark knallt, und ein weit größeres Verhältniß davon erfordert, um ſchnell abzubrennen. Ihre Flamme iſt ſtärker, und einigermaßen auch rußicht. Der unangenehme Geruch, den alle brennbare Luftgattungen haben, iſt in den verſchiedenen Arten derſelben verſchieden.

Die metalliſche brennbare Luft kann auf mancherley Weiſe durch Auflöſung der Metalle in Vitriolſäure oder Salzſäure erhalten werden; nur nicht mit Salpeterſäure, welche damit die im folgenden zu erwähnende Salpeterluft bildet.

Durchs Verbrennen der organiſchen Körper erhält man nicht eigentlich entzündbare Luft, wie der Herr Verf. ſagt, ſondern nur durch trockne Deſtillation derſelben; und da liefern ſie alle Körper der organiſchen Reiche und ihre Theile, und auch die Erdharze des Mineralreichs. Man verrichtet die Operation

tion, um aus denſelben die brennbare Luft zu ziehen, eben ſo wie bey der Bereitung der dephlogiſtiſirten Luft aus Braunſtein oben (§. 458. Anm.) gemeldet iſt, indem man die Retorte mit den organiſchen Subſtanzen, ſtatt des Braunſteins, füllt. Zugleich geht dabey die Luftſäure mit über, die einen Beſtandtheil dieſer Stoffe ausmacht, und die man durch Kalkwaſſer, oder durch Waſchen mit kaltem Waſſer davon ſcheiden kann. Auch die Sumpfluft enthält oft Luftſäure.

Sonſt liefert auch noch der Vitrioläther bey ſeiner Verdunſtung, der Weingeiſt, wenn er durch ein glühendes Rohr geht, und das Waſſer, wenn es durch ein glühendes eiſernes Rohr getrieben wird, brennbare Luft in beträchtlicher Menge.

Ich halte die brennbare Luft für eine Zuſammenſetzung aus Brennſtoff, Waſſer, und der Säure, die zu ihrer Bereitung angewendet wurde, oder ſchon weſentlich in dem Körper enthalten war, aus dem man ſie zog; welche durch den Beytritt des Wärmeſtoffs den luftförmigen Aggregatzuſtand erhielten. Herrn Kirwans Gründe, daß ſie das Phlogiſton in luftförmiger Geſtalt ſey, beweiſen nur, daß ſie Phlogiſton enthalte. Das Waſſer, das nach den ſo berüchtigten Verſuchen von Lavoiſier und de la Place, Watt und Cavendiſh beym Verbrennen dieſer Luft mit reſpirabeler zum Vorſchein kömmt, iſt nur ausgeſchieden, nicht erzeugt, wie Hr. Prieſtley jetzt bewieſen hat. (Journ. der Phyſ. B. I. S. 98 f. f. u. S. 404. f. f.) Die aus brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft erzeugte Salpeterſäure bedarf aber doch noch Beſtätigung.

G.

463. §.

Will man Verſuche mit dergleichen verſchiedenen luftarten anſtellen; ſo iſt es unumgänglich

nothwendig, daß man mit einer eigenen dazu dienlichen Geräthſchaft verſehen ſey, wozu vornemlich folgende Stücke gehören.

1) Ein etwas großes Gefäß wie eine Wanne, von 3 bis 4 Fuß Länge, 18 bis 20 Zoll Tiefe, und eben ſo großer Breite. Man kann es aus Holz, oder wenn man will, aus inwendig verzinnten Kupfer verfertigen laſſen. Unten muß dieſe Wanne mit einem Hahn verſehen werden, um das Waſſer, womit man ſie beym Gebrauch hat füllen müſſen, im Fall es nöthig iſt, wieder abzulaſſen. Zu deſto mehrerer Bequemlichkeit läßt man ein Fußgeſtelle dazu machen, das etwa 18 Zoll hoch ſeyn kann, damit der obere Rand, wenn die Wanne auf dem Fußgeſtelle ſteht, ohngefähr 3 Fuß hoch über dem Fußboden erhaben ſey.

Etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll tief unter dem oberſten Rande wird der Länge nach in dieſer Wanne, wenn ſie von Holz iſt, ein Bret in horizontaler Lage befeſtiget, oder ſtatt deſſen eine kupferne verzinnte Platte, wenn die Wanne aus Kupfer gemacht iſt. Ich werde es das Traggeſimſe nennen, weil es beſtimmt iſt, gläſerne Recipienten darauf zu ſtellen. Nach der Breite muß daſſelbe nur den dritten Theil, oder höchſtens die Hälfte von der Breite der Wanne einnehmen: auch muß es in einer Entfernung von 12 bis 15 Linien von dem Rande, welcher dem innern der Wanne zugekehrt iſt, mit einer Reihe von Löchern drey bis vier Zoll weit auseinander durchbort ſeyn. Durch jedes von

dieſen

dieſen Löchern wird von unten ein Trichter mit einer kurzen Röhre ſo geſteckt, daß der coniſche Theil nach unten gekehrt iſt, und in dieſer Lage werden die Trichter gehörig befeſtiget. Die ſo zubereitete Wanne wird hiernächſt mit reinem Waſſer ſo hoch angefüllet, daß es wenigſtens 15 bis 18 Linien hoch über dem Traggeſimſe ſtehe.

2) Ferner muß man mit einigen gläſernen cylindriſchen Gefäßen verſehen ſeyn von 12 bis 25 Zoll Höhe, auch wohl etwas mehr: die eine Grundfläche muß geſchloſſen, die andre ganz offen ſeyn. In dergleichen Gefäße kann man die künſtliche Luft hineinleiten, wenn man dazu vorher folgende Vorbereitung macht. Man taucht den Cylinder, welcher die Luft aufnehmen ſoll, ganz unter Waſſer, ſo daß er ſich damit ganz anfülle, und keine Luftblaſe darin bleibe. In einer ſolchen Stellung, wobey die Oefnung unten befindlich iſt, ziehet man den Cylinder vorſichtig über dem Waſſer nur ſo hoch empor, daß man ihn mit der offenen Grundfläche auf das Traggeſimſe über eine von dem mit dem Trichter nach unten verſehenen Oefnungen ſtellen kann, ohne Luft hinein zu laſſen; ſo bleibt er wegen des Drucks der Atmoſphäre voll Waſſer.

464. §.

3) Außer dieſen zur Aufnahme der künſtlichen Luft dienlichen cylindriſchen Gefäßen muß man andre in der Form von Flaſchen, Bouteillen, oder Kolben und Retorten zur Hand haben,

ben, in welchen die künſtliche Luft aus den Maſſen, welche ſie enthalten, zuerſt entwickelt, und zugleich aus dieſen in jene cylindriſche Gefäße hinüber geleitet wird. Um Kalkerden oder Laugenſalze aufzulöſen, dienet eine Flaſche, die außer dem gewöhnlichen offenen Halſe ſeitwärts noch eine andre Oefnung hat, um eine
91. Fig. gebogene Röhe, wie ABCD vorſtellet, mit Kütte darin zu befeſtigen, welche die nöthige Länge und Krümme hat, damit ihr offenes Ende D ohne Schwierigkeit von unten in die Oefnung des Tragegeſimſes geſteckt werden könne, die mit dem cylindriſchen Recipienten bedeckt iſt. Sonſt kann man auch eine gewöhnliche Flaſche oder einen Kolben wählen, und durch den Kork, womit die Flaſche oder der Kolben verſtopſt wird, eine Röhre, die ſo wie ABCD gebogen iſt, durchgehen laſſen: da dann die Röhre in dem Kork befeſtiget ſeyn muß, damit man ſie mit dem Kork zugleich von der Flaſche wegnehmen kann.

In die Flaſche legt man die Kalkerde, oder was ſtatt ihrer gewählt wird, gießt die Säure darüber, und verſtopft die Flaſche Beym anfänglichen Aufbrauſen läßt man die erſten Dämpfe durch die Röhre in die freye Luft hinausgehen, damit ſie die in der Flaſche befindliche atmoſphäriſche Luft mit hinaus führen. Sobald man glaubt, daß die gemeine Luft heraus getreten ſey, wird das Ende D der Röhre gehörig durch die im Traggeſimſe unter dem Recipienten befindliche Oefnung durchgeſteckt. Die Luft, welche nun während der

Auflö-

Auflöſung ferner entwickelt wird, ſteigt in der Geſtalt von Blaſen in den Recipienten hinein, begiebt ſich in den obern Raum deſſelben, und treibt nach und nach das Waſſer heraus, bis endlich der ganze Recipient mit der Luft ſtatt des Waſſers erfüllet, und auf ſolche Art die Luft im Waſſer geſperret wird. Bey metalliſchen und allen andern Auflöſungen, wenn ſich Luft dabey entwickelt, die man ſammlen will, iſt die Einrichtung in der Hauptſache dieſelbe.

4) Beym Verbrennen und Verkalken, auch bey Wiederherſtellungen der Metalle aus ihren Kalken mit oder ohne Zuſatz des Brennbaren, wennn etwa eine ſtarke Erhitzung nöthig iſt, unterſcheidet ſich das Verfahren von dem vorhin beſchriebenen nur darin, daß die Forme und übrige Beſchaffenheit des Gefäßes anders ſeyn muß, worinn die Verkalkung oder Wiederherſtellung geſchehen ſoll. Gewöhnlich dient eine kleine gläſerne Retorte, mit deren Halſe die gehörig gebogene Röhre verbunden wird. Die Retorte kann alsdenn mit einer unter ihrem Bauch geſtellten Lichtflamme erhitzt werden. Wenn aber mehr Hitze nöthig iſt, wie bey Wiederherſtellung des Mercurs aus ſeinem Kalk mit oder ohne Zuſatz des Brennbaren; ſo bedient man ſich eines kleinen tragbaren chymiſchen Ofens, den man ſo nahe als nöthig bey dem vorhin beſchriebenen Gefäß mit Waſſer und der übrigen Geräthſchaft hinſtellen kann. Bey Wiederherſtellung der übrigen Metalle und Calcinirung der kalkartigen Erden

iſt zuviele Hitze nöthig, als daß eine gläſerne Retorte derſelben ausgeſetzt werden könnte. H. Prieſtley bedient ſich alsdenn, wie es auch H. Hales ſchon gemacht hat, eines Flintenlaufes, und verbindet damit am äußerſten Ende die gehörig gebogene Leitröhre für die zu entbindende Luft.

465. §.

Beym Gebrauch dieſer Geräthſchaft muß man noch in Betrachtung ziehen, daß die mephitiſche Luft vom Waſſer eingeſogen wird: um deßwillen wird alsdenn die Waſſerfläche mit einer Schichte Oel bedeckt, worauf die mephitiſche Luft wenigſtens nicht ſo, wie auf das Waſſer wirkt. Weil jedoch das Oel nicht ſo reinlich wie Waſſer iſt, ſo hat man auch Queckſilber ſtatt des Waſſers gewählt. Ob nun gleich ſonſt das Queckſilber noch den Vorzug vor dem Waſſer hat, daß man ohne naß zu werden, allerley Verrichtungen mit den Händen darin vornehmen kann: ſo iſt es doch ſehr koſtbar, und hat andre Unbequemlichkeiten wegen ſeines ſehr anſehnlichen ſpecifiſchen Gewichts. Auch würde man es in kein metallenes Gefäß ohne nur in ein eiſernes bringen können, weil es die andern Metalle angreift. Indeſſen haben ſich doch einige Naturforſcher, unter andern der H. Düc de Chaulnes den ganzen im 451. §. beſchriebenen Apparat ſo machen laſſen, daß ſtatt des Waſſers Queckſilber gebraucht werden kann. Alles iſt alsdenn viel kleiner als es vorhin angegeben iſt. Die Hauptwanne, welche das Queckſilber

ſilber ſtatt des Waſſers enthalten muß, wird alsdenn am beſten aus Holz gemacht, ſo groß, daß ſie höchſtens 80 bis 100 Pfund Queckſilber faſſet. Die cylindriſchen Gläſer müſſen alsdenn viel kleiner ſeyn, als man ſie beym Waſſer brauchen kann. Wegen des großen ſpeciſiſchen Gewichts des Queckſilbers können ſie nicht für ſich allein feſt ſtehen, wenn ſie mit der luftartigen Maſſe erfüllt ſind, wenn man nicht oben noch etwas ſchweres darauf legt, oder ſie ſonſt hält. Uebrigens iſt es nicht undienlich, wenn jemand mit einer ſolchen Geräthſchaft Verſuche machen wollte, noch folgende Maximen zu bemerken.

Der ſeel. Hr. B. dachte nachher eine ſehr bequeme Wanne zum Queckſilberapparate bey den Luftverſuchen aus, die ich im Journal der Phyſ. **B. I. S.** 201. beſchrieben und abgebildet habe.

G.

466. §.

Man klebe auf jeden cylindriſchen Recipienten einen Streifen Papier mit dem Namen der hineinzuleitenden Luftgattung, damit man ſie nicht verwechſele, wenn ihrer mehrere auf dem Traggeſimſe ſtehen.

Man kann zwar die Recipienten auf dem Tragegeſimſe verſchieben und mehrere neben einander darauf ſtellen, wenn es aber an Raum gebrechen ſollte; ſo kann auch ein ſolcher Cylinder von dem Traggeſimſe herab in eine flache Schüſſel mit Waſſer geſchoben, und mit der Schüſſel anderswohin geſtellet werden.

Je

Je mehr Recipienten man mit Waſſer oder Queckſilber füllet und auf das Geſimſe ſtellet, um ſie hiernächſt mit künſtlicher Luft zu füllen, deſto mehr wird das Waſſer oder Queckſilber in der Wanne fallen: weil es nun allemal etwas höher als das Geſimſe ſtehen muß, ſo muß man den Abgang des Waſſers oder Queckſilbers, ſo lange es nöthig iſt, erſetzen. Umgekehrt, wenn man in einen Cylinder nach den andern Luft hinein leitet, die das Waſſer oder Queckſilber heraus treibt; ſo könnte es in der Wanne bis zum überlaufen ſteigen, wenn man nicht zu rechter Zeit etwas ausſchöpfte.

Man muß ſich darinn üben, daß man auch leicht eine Luftgattung aus einem Gefäß ins andre leite, und es ſich nur recht geläufig machen, daß die luftartige Maſſe im Waſſer oder Queckſilber in Geſtalt der Blaſen ſteige, wenn ſtatt deſſen andre ſchwere flüſſige Maſſen in der Luft herabfallen, wenn man ſie aus einem Gefäße ins andre gießt. Ein Gefäß, wenn man in der Luft Waſſer hinein gießt, muß ſeine Oefnung oben, den Boten unten haben: wenn dagegen unterm Waſſer oder Queckſilber eine Luftgattung in ein offenes Gefäß geleitet werden ſoll, ſo muß es ſeine Oefnung unten, den Boden oben haben. In eine Bouteille mit einem engen Halſe läßt man eine ſolche Luft vermittelſt eines gläſernen Trichters ſteigen.

Damit man in einerley Recipienten verſchiedene Luftgattungen in einem vorgeſchriebenen Verhält-

hältniſſe mit einander vermiſchen könne, muß man mit kleinen gläſernen Cylindern verſehen ſeyn, wovon man den körperlichen Inhalt kennet. Einen ſolchen Cylinder füllt man anfangs ein oder mehrmal nacheinander mit der einen Luftgattung, die jedesmal daraus in einen größern Cylinder geleitet wird: hiernächſt kann derſelbe kleine Cylinder auch ſovielmal, als es verlangt wird, mit einer andern Luftgattung gefüllt, und daraus in denſelben größern Cylinder geleitet werden.

467. §.

Diejenige Luftgattung, welche H. **Prieſtley Salpeterluft** nennet, iſt unter allen am meiſten von der gemeinen Luft in den merkwürdigſten Eigenſchaften unterſchieden. Man erhält ſie allemal, wenn eine Maſſe, die viel Brennbares in ihrer Grundmiſchung enthält, in der Salpeterſäure aufgelöſet wird. H. **Prieſtley** erzehlt im 1ſten Bande der **Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft**, im VI Abſchnitt, daß er dieſe Luftart ſehr leicht aus Eiſen, Kupfer, Meſſing, Zinn, Silber, Queckſilber, Wißmuth und Nickel, allein durch Salpetergeiſt, aus Gold und Spiesglaskönig durch Königswaſſer erzeuget habe. Aus andern in der Folge angeſtellten Beobachtungen ſcheint zu erhellen, daß ſie aus Bley und Zink wenig oder gar nicht entbunden werde, wohl aber aus Weingeiſt und Aether, Oelen, Harzen und Gummi, Kohlen und andern zum Pflanzenreich gehörigen

Maſ-

Maſſen. Das Gefäß, worin die Auflöſung vor ſich gehet, muß verſchloſſen, und gegen den Zugang der atmoſphäriſchen Luft verwahrt ſeyn: alsdenn kann man ſie eben ſo wie es im 464 §. beſchrieben iſt, in einen cylindriſchen Recipienten leiten, wenn er auf dem Traggeſimſe der mit Waſſer gefüllten Wanne ſtehet. Anfangs zeigen ſich die gewöhnlichen rothen Dämpfe der Salpeterſäure, aber dieſe gelangen nicht bis in den Recipienten, ſondern vermiſchen ſich mit dem Waſſer, welches die Wanne und anfangs das cylindriſche Gefäß füllet. Bald darauf verſchwinden die rothen Dämpfe, und während der übrigen Auflöſung entbindet ſich eine Luftgattung, die wie alle andre Gattungen in der Form von Blaſen durchs Waſſer in den Recipienten übergeht, und das Waſſer nach und nach heraus treibt.

Dieſe Luftgattung iſt im hohen Grade mephitiſch und tödtet augenblicklich die hineingebrachten Thiere. Eben dieſe Luft iſt auch den Pflanzen ſchädlich: ſie hemmet ihr Wachsthum und macht, daß ſie ſehr bald verdorren. Sehr wahrſcheinlich iſt es, daß auch keine Flamme darinn brennen könne: doch iſt es noch nicht völlig durch Verſuche entſchieden. Sie vermiſcht ſich jedoch nicht ſo leicht mit dem Waſſer, wie die eigentlich mephytiſche Luft; auch ſcheint ſie gar nichts einer Säure ähnliches zu haben. Das vornehmſte characteriſtiſche Merkmal dieſer Salpeterluft beſtehet aber darin, daß ſie ſich wieder in reine Salpeterſäure verwandelt, wenn ſie mit der eigentlichen atmo-

ſphä-

ſphäriſchen Luft vermiſcht wird. Sobald man in einen mit Salpeterluft erfüllten Cylinder ſo wie es im 466. §. beſchrieben iſt, atmoſphäriſche Luft leitet, ſobald wird auch die aus beyden Luftarten vermiſchte Maſſe ſogleich trübe, der Recipient wird mit feurig rothen Dämfen erfüllt, die deſto dichter ſind, je reiner die beyden mit einander vermiſchten Luftarten und in je richtigerm Verhältniſſe ſie mit einander vermiſcht ſind. Mit der Vermiſchung iſt eine Art von Aufbrauſen, vornehmlich aber eine ziemlich ſtarke Wärme verbunden, und die aus der Vermiſchung entſtandene Maſſe iſt die ſtärkſte rauchende Salpeterſäure in Dämpfen. Sie abſorbirt ſich im Waſſer, oder greift das Queckſilber an, wofern der Queckſilber-Apparat gebraucht wird; ſie bringt mit den Laugenſalzen vermiſcht den Salpeter und mit dem flüchtigen Laugenſalz den Salpeterſalmiak zuwege; kurz dieſer Maſſe fehlt keines von den Unterſcheidungsmerkmalen einer wahren Salpeterſäure, die im höchſten Grade concentrirt iſt. Das Waſſer, indem es dieſe Säure verſchluckt, ſteigt zuſehens in den Recipienten hinauf, und nimmt den Raum ein, welcher vorher mit der luftartigen Maſſe erfüllet war.

V. die Salpeterluft, oder das Salpetergas (aër nitroſus, gas nitroſum) erzeugt ſich allemal dann, wenn die Salpeterſäure Gelegenheit hat, ſich ſich mit dem Brennſtoff zu verbinden. Man kann ſie daher bey der Auflöſung der Metalle in Salpeterſäure, und bey der Zerſetzung leicht entzündlicher und brennſtoffreicher Körper durch concentrirte Salpeterſäure erhalten. Weil aber viele verbrennliche Subſtan-

ſtanzen zugleich noch den Stoff der Luftſäure zum Beſtandtheil haben, ſo entwickelt ſich dieſer bey der Zerſetzung jener zugleich mit und verunreiniget die erhaltene Salpeterluft. Am beſten dienen alſo metalliſche Stoffe, wie z. B. Silber, Kupfer, Queckſilber. Das Eiſen liefert keine reine Salpeterluft, da es auch den Stoff der Luftſäure im Reisbley bey ſich führt.

Weil bey der Bereitung der Salpeterluft die in der Entbindungsflaſche befindliche reſpirabele Luft jene zerſetzt, und dadurch ſelbſt zur phlogiſtiſirten Luft wird, welche die Salpeterluft mehr oder weniger verunreinigen könnte, ſo muß man überhaupt die Entbindungsflaſche mit dem Gemiſche ſo weit anfüllen, daß nur wenig atmoſphäriſche Luft darin zurückbleibt, und die erſten Portionen der übergehenden Salpeterluft ins Freye treten laſſen, ehe man die Mündung der Seitenröhre unter den Trichter der pneumatiſchen Wanne bringt; dadurch wird zugleich auch verhütet, daß bey der erſten Entwickelung durch die entſtehende Vermindrung der eingeſchloſſenen reſpirabelen Luft kein Waſſer in die Flaſche zurücktritt, welches ſonſt gar leicht geſchiehet.

Am beſten bereitet man ſie, wenn man eine kleine Entbindungsflaſche ganz mit Kupferdrathe oder Kupferſchnitzeln voll füllt, und eine mit dreyen Theilen Waſſer verdünnte rauchende Salpeterſäure darauf ſchüttet. Man befördert die Arbeit, wenn man die Flaſche in warmes Waſſer ſtellt.

Die Salpeterluft iſt ſo durchſichtig und farbenlos, wie die atmoſphäriſche Luft; aber ſie verliert ihren luftförmigen Zuſtand ſo gleich, ſo wie ſie mit der reſpirablen Luft in Berührung kömmt. Sie verwandelt ſich in rothe Dämpfe, wie rauchender Salpetergeiſt. Dabey iſt nun freylich kein Aufbrauſen wahrzunehmen, wie es der Hr. Verf. nennt; wohl aber Entwickelung der Wärme, und die Urſach läßt ſich

leicht

leicht aus der Vermindrung der Kapazität gegen den Wärmeſtoff nach §. 437. aa. einſehen. — Es iſt jetzt völlig durch Verſuche entſchieden, daß keine Flamme in der Salpeterluft brennt, und kein entzündlicher Körper darinn im Brand geſetzt werden kann. Sie hat, wenn ſie gewaſchen und rein iſt, keine Spur einer Säure an ſich, und röthet die damit in Berührung gebrachte Lackmustinctur nicht; ſie wird aber ſo gleich zur freſſendſten Salpeterſäure, ſo bald ſie Gelegenheit hat reſpirabele Luft zu berühren. Daraus läßt ſich auch leicht ihre Thiere tödtende Eigenſchaft und ihre Irreſpirabilität erklären. — Mit dem Waſſer verbindet ſie ſich nur ſchwach und in geringer Menge. — In ihrem ſpezifiſchen Gewichte iſt ſie von der atmoſphäriſchen Luft nicht merklich verſchieden. — Phlogiſtiſirte Luft, Luftſäure, brennbare Luft, und alle andere irreſpirabele Luftarten, nur dephlogiſtiſirte Salzſäure ausgenommen, zerſetzen die Salpeterluft nicht, und ſie behält damit ihren luftförmigen Aggregatzuſtand.

Die Salpeterluft iſt ihrer Miſchung nach aus Brennſtoff, Salpeterſäure und Waſſer zuſammengeſetzt, die durch Hülfe des damit vereinigten Wärmeſtoffs luftförmig ſind. Hieraus laſſen ſich alle Erſcheinungen der Salpeterluft ungemein leicht erklären. Wird ſie mit reſpirabeler Luft vermiſcht, ſo entzieht ihr dieſe wegen der ſtärkern Anziehung und Verwandtſchaft den Brennſtoff, und die Salpeterſäure, die vorhin durch denſelben verlarvt und eingehüllt war, wird frey und der Wärmeſtoff wird entbunden, folglich fühlbare Wärme hervorgebracht. Andere Luftarten, welche keine Anziehung zum Brennſtoff haben, zerſetzen daher auch die Salpeterluft nicht; ſo wie hinwiederum die reine oder dephlogiſtiſirte Luft die größeſte Menge Salpeterluft zerſetzt, und damit eine weit ſtärkere Röthung, eine größere Erwärmung und eine beträchtlichere Verminderung hervorbringt, als die atmoſphäriſche Luft.

G.

468. §.

468. §.

Weil Salpeterluft und gemeine Luft ſich bey dieſer Vermiſchung aufs genaueſte mit einander verbinden; ſo wird man ſchon vermuthen, daß bey dieſer Vermiſchung dasjenige ebenfalls erfolgen werde, was man ſonſt bey andern Auflöſungen die Sättigung nennt. Dieſe Sättigung erfodert ein beſtimmtes Verhältniß der Mengen beyder Luftgattungen gegen einander. Iſt die Menge der einen Luftgattung in Vergleichung mit der Menge der andern größer, als dieſes Verhältniß erfodert, ſo verbindet ſich der Ueberſchuß nicht mit der andern Luftgattung, und derſelbe bleibet unter dem Recipienten in dem luftartigen Zuſtande. Wenn man zu dieſem überſchüſſigen Theil der einen Luftart, noch etwas von der andern leitet, ſo kann man es dahin bringen, daß die völlige Sättigung erfolgt, wobey alles luftartige verſchwindet, und der ganze Raum unter dem Recipienten mit Waſſer erfüllet wird. Die Herrn **Prieſtley** und **Lavoiſier** haben gefunden, daß man ſechszehn Theile atmoſphäriſcher Luft mit ſieben und ein Drittel Theilen Salpeterluft, oder welches einerley iſt, 24 Theile atmſphäriſcher Luft mit 11 Theilen Salpeterluft vermiſchen müſſe, wenn eins mit dem andern völlig geſättiget werden ſoll. Daben aber bleiben ohngefehr drey Viertheile von der hinzugelaſſenen atmoſphäriſchen Luft zurück. Dieſer zurückbleibende Theil iſt eine Luftgattung, die ſich nicht weiter mit der hinzugelaſſener Salpeterluft verbindet, und alle

alle Kennzeichen der mephitiſchen Luft an ſich hat.

Wird die dephlogiſtiſirte Luft ſtatt der atmoſphäriſchen gebraucht; ſo hat man vermöge der Verſuche des Herrn Lavoiſier nur 4 Theile davon nöthig gegen $7\frac{1}{8}$ Theile der Salpeterluft, oder 6 Theile dephlogiſtiſirte Luft gegen 11 Theile Salpeterluft, um alles in Salpeterſäure zu verwandeln. Dabey bleibt nur der 34ſte Theil des anfänglichen Raums, den beyde Luftgattungen einnahmen, mit einer Luftmaſſe angefüllt, die nicht weiter auf die Salpeterluft wirkt, und ohne Zweifel mephitiſch iſt. Andre Proben, die man angeſtellet hat, beweiſen, daß die Salpeterluft mit der mephitiſchen Luft, auch mit der entzündbaren und andern ſchädlichen Luftarten ſich nicht verbinde. Hat man mephitiſche und Salpeterluft in einerley Recipienten gelaſſen, ſo erzeugen ſich keine rothe Dämpfe, alles bleibt im luftartigen Zuſtande, und man kann die mephitiſche Luft von der nitröſen wieder abſondern, wenn man gemeines Waſſer, oder Kalkwaſſer hineinbringt. Die Bedingung dabey iſt nothwendig dieſe, daß die erwehnten Luftarten völlig rein und mit der atmoſphäriſchen Luft unvermiſcht ſeyn müſſen.

Man kann gar nicht eigentlich ſagen, daß die Salpeterluft und gemeine Luft ſich miteinander verbinden, ſondern ſie zerſetzen ſich vielmehr. Da aber die reſpirabele Luft nur eine beſtimmte Menge des Phlogiſtons der Salpeterluft aufnehmen kann; ſo kann ſie auch nur eine determinirte Menge Salpeterluft zerſetzen, und

zwar immer um deſto mehr, je reiner ſie iſt, oder je weniger ſie phlogiſtiſirte Luft enthält.

Die von der Zerſetzung der Salpeterluft mit reſpirabeler zurückbleibender Luft iſt nicht, wie der H. Verf. ſagt, Luftſäure oder mephitiſche Luft ſondern phlogiſtiſirte, und es erzeugt ſich, wenn beyde Luftarten rein waren, keine Spur von Luftſäure. Die Zerſetzung der Salpeterluft durch reſpirabele iſt ein wahrer phlogiſtiſcher Prozeß, wie das Verbrennen, Verkalken ꝛc.. Die reſpirabele Luft nimmt dabey das Phlogiſton der Salpeterluft auf, und wird phlogiſtiſirt, dadurch nimmt ſie an ihrem abſoluten Gewichte, und am Umfange ab, und daher kömmt es, daß ſie nach dem Prozeß nicht mehr ſo viel beträgt, als vorher — Auch mit der reinſten dephlogiſtiſirten Luft wird man, wenn man ſie mit Salpeterluft im gehörigen Verhältniſſe vermiſcht, phlogiſtiſirte Luft erhalten, die nicht, wie man jetzt häufig glaubt, darinn ſchon präexiſtirte, ſondern erſt ganz neu erzeugt iſt. Da nun die reine Luft deſto mehr Phlogiſton in ſich nehmen kann, je reiner ſie iſt; ſo muß ſie auch durch die Salpeterluft um deſto mehr vermindert werden, als es die atmoſphäriſche Luft wird, die ſchon einen beträchtlichen Antheil Phlogiſton bey ſich führt.

G.

469. §.

Dieſe Eigenſchaft der Salpeterluft, vermöge welcher ſie nur mit demjenigen Theil der atmoſphäriſchenluft ſich genau verbindet, der zum Athemhohlen geſchickt iſt ohne den übrigen ſchädlichen Theil davon anzugreifen, hat die Erfindung des **Eudiometers** veranlaſſet. Der Name ſoll ein Werkzeug bezeichnen, welches dazu dienet, die mehrere oder mindere Güte, alſo auch im Gegenſatz die mindere oder größere Schädlichkeit einer

Luftmaſſe zu prüfen. Eine Flaſche oder Bouteille, die ſich mit einem guten Kork feſt verſtopfen läſſet, kann man leicht in jedem Zimmer oder an jedem andern Orte mit der Luft, welche daſelbſt eingeathmet wird, anfüllen. Aus der Menge Waſſer, welche die Bouteille faſſet, findet man ihren körperlichen Inhalt, und es iſt nicht undienlich, daß man mehrere Flaſchen, größere und kleinere von bekannten körperlichen Inhalt mit der zu prüfenden Luft fülle. Leitet man hiernächſt eine bekannte Menge von dieſer Luft in einen mit Salpetergeiſt gefüllten Recipienten; ſo wird ſich zeigen, wieviele von der Salpeterluft nicht angegriffene Luftmaſſe, nachdem die Vereinigung des damit vermiſcht geweſenen reinen Theils mit der Salpeterluſt erfolgt iſt, zurück bleibe.

Die auf ſolche Art geprüfte Luftmaſſe iſt deſto ſchädlicher, je mehr davon unangegriffen zurück bleibt: nur muß man dabey verſichert ſeyn, daß die Salpeterluft in hinlänglicher Menge im Recipienten vorhanden ſey, um alle mit der zu prüfenden Luftmaſſe vermiſchte reine Luft aufzulöſen. Dieſerwegen muß die Menge der Salpeterluft wenigſtens $\frac{11}{8}$ von der Menge der hinzugelaſſenen und der Prüfung unterworfenen Luftmaſſe ausmachen. Wäre die Menge der Salpeterluft in Vergleichung mit der Menge der andern mit ihr vermiſchten Luftmaſſe geringer; ſo würde man aus der Menge des zurückgebliebenen von der Salpeterluft nicht angegriffenen Theils nicht ſicher

auf die mehr oder minder ſchädliche Beſchaffenheit der geprüften Luft ſchließen können: denn dieſe geprüfte Luft könnte ſehr rein ſeyn, ohne daß die in zu geringer Menge vorhandene Salpeterluft die ganze hinzu gelaſſene Menge der andern Luftart aufgelöſet hätte. Aus der mehrern oder mindern Größe des in Salpeterluft gar nicht auflößlichen Theils der geprüften Luftart ſchließt man nur richtig auf ihre mehrere oder mindere Schädlichkeit.

470. §.

Wer mit dem oben beſchriebenen chymiſchpneumatiſchen Apparat verſehen iſt, braucht eigentlich kein beſondres **Eudiometer**: nur in dem Fall, wenn man ein ſolches Werkzeug auf Reiſen und ſonſt bey ſich führen wollte, würde man wohl am liebſten ein kleines Werkzeug von einer ſolchen Einrichtung wählen, wie es von den Hrn. **Landriani** und **Fontana** angegeben iſt. Die hieher gehörige Schrift des erſtern: Richerche fiſiche intorno alla ſalubrita dell' aria Milano 1775, hat man auch ins Deutſche überſetzt unter dem Titel: **Marſilio Landriani Phyſikaliſche Unterſuchungen über die Geſundheit der Luft, Baſel** 1778. Eben die Abhandlung ſtehet überſetzt im **Bernerſchen Magazin der Natur, Kunſt und Wiſſenſchaften, im 1ſten Stück des 2ten Bandes.** Die Abhandlung des Herrn **Fontana** hat den Titel: Deſcrizione et uſi di alcuni ſtromenti per miſurare la ſalubrita d'ell aria. In Firenze l'anno 1775. Einige andere hieher gehörige Abhand-

handlungen des H. Fontana hat man in einer deutſchen Ueberſetzung unter dem Titel: Herrn Abts Felix Fontana Phyſiſche Unterſuchungen über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Luft und der fixen Luft, aus dem Franzöſiſchen und Italiäniſchen überſetzt von F. X. von Waſſerberg, Wien 1777. In Caſſel läßt H Prof. Stegmann eines der einfachſten Fontanaſchen Eudiometer mit einigen Abänderungen unter ſeiner Aufſicht verfertigen, wovon man in ſeiner Beſchreibung eines luftmeſſers der geſunden und ungeſunden luft, Caſſel 1778, mehr Nachricht findet.

Aus Hrn. Achards Chymiſchphyſiſchen Schriften gehört hieher eine Abhandlung: Ueber die Natur der fixen, und derjenigen Luft, die aus den mehreſten Metallen vermöge des Scheidewaſſers gezogen wird, und unter den Namen der nitröſen Luft bekannt iſt, a. a. O. 162. S.

d. Verf.

Seitdem Prieſtley das Eudiometer im Jahr 1772 bekannt machte (Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Theile der Naturlehre B. I. S. 6.) haben mehrere Naturforſcher auf Verbeſſerungen und Bequemlichkeit in der Einrichtung und in der Anwendung deſſelben gedacht, und wir haben daher Beſchreibungen mehrerer Arten der Eudiometer erhalten. Unter allen aber zeichnet ſich das neue verbeſſerte Fontanaſche durch ſeine Einfachheit Bequemlichkeit und Richtigkeit am mehreſten aus. Man findet die Zeichnung und Beſchreibung davon in Hn. Scheerers Geſchichte der Luftgüteprüfungslehre. Wien. 1785. B. I. II. 8., worinn überhaupt

alles hieher Gehörige geſammlet iſt. Unter den verſchiedenen Verfahrungsarten, welche man bey der Anwendung dieſes Werkzeuges zur Prüfung der Luft vorgeſchlagen hat, empfiehlt ſich die des Hrn. Ingenhouſz (in ſeinen vermiſchten Schriften Th. II. S. 27. f. f.)

Uebrigens erfordert der Gebrauch des Eudiometers ſehr große Genauigkeit und Uebung, um correſpondirende Verſuche damit anzuſtellen; beſonders aber iſt dazu eine immer gleichförmig bereitete Salpeterluft nothwendig, die ſchwerer zu erhalten iſt, als man denkt. Die mehrere oder wenigere Luft, die in dem Waſſer ſelbſt enthalten iſt, durch welches man die Luftarten in das Eudiometer leitet, kann ſchon Veränderungen der Reſultate geben.

Wenn endlich auch gleich durch gut angeſtellte eudiometriſche Verſuche die relative Menge der reinen Luft in einer zu prüfenden Luft gefunden werden kann, ſo kann man dadurch doch keinesweges die abſolute Quantität derſelben beſtimmen, weil dieſe reine Luft nicht vernichtet, ſondern zur phlogiſtiſirten Luft wird, alſo den Rückſtand offenbar vermehren hilft. Auch die Güte und Heilſamkeit einer Luft fürs Athemholen kann dadurch nicht geradezu gefunden werden, denn z. B. eine Miſchung von drey Theilen fixer und einem Theile dephlogiſtiſirter Luft kann ſich bey Verſuchen dieſer Art, wie eine gute atmoſphäriſche Luft verhalten, oder eine eben ſo große Verminderung zeigen, ohne deswegen zum Athmen tauglich zu ſeyn.

G.

471. §.

Bey den Verſuchen darüber, ob auch entzündbare Luft bey den Auflöſungen metalliſcher Maſſen in der Küchenſalzſäure entbunden werde, entdeckte H. **Prieſtley** eine von der entzündbaren

und

und andern Luftgattungen wiederum verſchiedene Luftart, die den Namen der **Küchenſalzſäuren-Luft** oder **Seeſalzſäuren-Luft** erhalten hat. Sie iſt nicht entzündbar und verliert ihre luftartige Natur augenblicklich, ſo bald ſie mit dem Waſſer in Berührung kommt: ſie vereiniget ſich mit dem Waſſer, und man muß eben darum bey den Verſuchen mit dieſer Luft, wenn man ſie ſperren will, Queckſilber ſtatt des Waſſers brauchen. Ihre Verwandtſchaft mit dem Waſſer gehet ſoweit, daß ſie hineingelegtes Eis augenblicklich ſchmelzt. Herr **Cavendiſch** hatte einer ſolchen Luftart im 56 Bande der **Philoſ. Transactionen** ſchon erwehnt; er hatte bey Auflöſung des Kupfers in der Salzſäure keine entzündbare Luft, ſondern ſtatt derſelben vielmehr die eben erwehnte Luftart erhalten *). Sie iſt ſpecifiſch ſchwerer als die gemeine atmoſphäriſche Luft, und bey der Vermiſchung mit der gemeinen Luft verändert ſie ſich in einen weißen Dampf, wie die Dämpfe der ſtark concentrirten Küchenſalzſäure. In dem luftartigen Zuſtande tödtet ſie die Thiere, welche ſie einathmen, und löſcht hineingebrachte brennende Lichter aus; das letzte jedoch mit dem beſondern Umſtande, daß die Flamme kurz vor dem Verlöſchen mit einer grünen oder lichtblauen Flamme brennt. Eben das

 iſt

*) (M. ſ. Heinr. Cavendiſch Experimente mit erkünſtelter Luft, überſ. im Neuen Hamb. Magazin XII. Band, 387. S.).

iſt der Erfolg, wenn man es wieder anzündet, nachdem es kurz vorher in dieſer Luft verlöſcht iſt.

Bley in der Salzſäure aufgelöſet giebt eben ſoviel von der Salzſäuren Luft, als das Kupfer. Ohngefehr $\frac{3}{4}$ von der ganzen Menge der erzeugten Luft verſchwinden bey der Berührung mit dem Waſſer, und der Ueberreſt iſt entzündbar. Eiſen, Zinn und Zink in der Salzſäure aufgelöſet geben weniger von dieſer der Salzſäure eigenen Luftart, mehr entzündbare Luft. Beym Eiſen verſchwand nach H. Prieſtleys Verſuchen der achte, beym Zinn der ſechſte, beym Zink der zehnte Theil der erzeugten Luft, wenn Waſſer dazu kam. Der Reſt der Luft von Eiſen brannte mit einer grünen oder ſehr lichtblauen Flamme. Endlich fand H. Prieſtley, daß man dieſe Luft aus der Salzſäure allein erhalten könne, ohne Kupfer, oder ſonſt ein Metall darin aufzulöſen: alſo beſtehet dieſe Luftgattung aus den Dämpfen der concentrirten Salzſäure, welche von der Beſchaffenheit zu ſeyn ſcheinen, daß ſie nicht von der Kälte verdichtet werden, wie die Waſſerdämpfe, oder Dämpfe von andern flüſſigen Maſſen. M. ſ. Prieſtleys Verſuche und Beobachtungen IX. Abſch. 144. u. f. S. woſelbſt mehrere merkwürdige Wirkungen dieſer luftartigen Kochſalzſäure auf andre hineingebrachte Maſſen erzählt werden. Eiſenfeilſpäne wurden darin aufgelöſet, und zugleich daraus entzündbare Luft, wie aus der Kreide mephitiſche Luft entbunden.

VI.

VI. Die ſalzſaure Luft (aër muriaticus) wird bey der vom Herrn Verf. erwähnten Auflöſung der Metalle in Küchenſalzſäure niemals rein, ſondern immer mit entzündbarer Luft vermiſcht, erhalten werden. Am leichteſten erhält man ſie, vermittelſt des Queckſilberapparats, wenn man auf zwey Theile getrocknetes Kochſalz in der Entbindungsflaſche einen Theil recht ſtarkes Vitriolöl gießt. Die hierbey zu erhaltende Luft iſt nichts anders als Küchenſalzſäure, die durch die Aufnahme des Wärmeſtoffs in den völlig luftförmigen Zuſtand gebracht, und dadurch permanent elaſtiſch geworden iſt. So wie ſie aber die reſpirabele Luft berührt, ſo verliert ſie, durch die Anziehung der Feuchtigkeiten aus derſelben, ihren luftigen Zuſtand, und verwandelt ſich unter Erwärmung in einen weißlichen Dampf. Der Grund von dieſer entſtehenden Erwärmung läßt ſich aus der ſchon oben (§. 437. aa) angeführten Verminderung der Kapazität gegen den Wärmeſtoff erklären. Dieſe Luftart iſt ſehr ſauer, und röthet nicht allein die Lackmustinktur, ſondern auch den Violenſaft. Die ätzenden Laugenſalze nehmen ſie mit Erwärmung auf, und biden damit Neutralſalze.

G.

472. §.

Wenn man Schwefel anzündet, und die ſchwache langſam brennende Flamme in eine gläſerne inwendig mit Waſſer benetzte Glocke ſchlagen läſſet, ſo fließt an der Glocke der flüchtige Schwefelgeiſt herab. Die Säure deſſelben iſt zwar vitrioliſch, er hat aber von dem noch damit verbundenen Brennbaren einen ſtarken Schwefelgeruch und iſt ſehr flüchtig. Der Vitriolgeiſt nimmt das flüchtige des Schwefelgeiſtes leicht an, wenn man etwas Brennbares hinzuſetzt und

 ihn

ihn alsdenn erwärmt. Bey einem ſolchen Verfahren hat H. **Prieſtley** eine Luftgattung entwickelt, die er vitriolſaure Luft nennet, welche aber nach H. **Macquer** Dictionaire de Chymie T. II. Art. Gas, pag. 271 beſſer **flüchtige Schwefelſäuren-Luft** heißen könnte. Dieſe Luft iſt wiederum nichts anders als die flüchtige Schwefelſäure ſelbſt im Zuſtande ihrer größten Trockenheit. Sie verbindet ſich eben ſo ſchnell mit dem Waſſer und Eiſe wie die Küchenſalzſäuren-Luft, und iſt mit dem Waſſer verbunden in nichts von dem flüchtigen Schwefelgeiſte verſchieden: daher kann man ſie auch nur mit Queckſilber ſperren. M. ſ. **Prieſtleys Verſuche und Beobachtungen** ꝛc. 2 Theil 1 Abſchnitt. Sonſt iſt auch dieſe Luftgattung ſpecifiſch ſchwerer, als gemeine Luft, ſie löſcht brennende Lichter aus, und tödtet die Thiere welche ſie athmen. Auf Metalle und andre Maſſen, hat ſie ähnliche Wirkungen, wie die flüchtige Schwefelſäure ſelbſt.

Aus ſtarken concentrirten Eſſig entband Herr **Prieſtley** mit Hülfe der Erwärmung auch ſeine ſo genannte **vegetabiliſch ſaure Luft**, welche mit den aus andern Säuren zuwege gebrachten Luftarten alle Aehnlichkeit hat. Er ſperrte ſie wegen ihrer Verwandtſchaft mit dem Waſſer in Queckſilber, und fand, daß ſie wie andere aus Säuren entſtandene Luftarten ein brennendes Licht auslöſche, ohne daß jedoch die Flamme beym Verlöſchen oder wieder Anbrennen eine beſondere Farbe annimmt.

Dieſe

Dieſe vegetabiliſch ſaure luftart iſt alſo wiederum die vegetabiliſche Säure ſelbſt im Zuſtande der größſten Trockenheit.

VII. Die Schwefelluft oder vitriolſaure Luft (gas ſulphureum, aër vitriolicus) wird allemal da erhalten, wo concentrirte Vitriolſäure ſich mit Brennſtoff zu verbinden Gelegenheit hat, wie z. B. bey der Auflöſung des Kupfers in kochendem Vitriolöle, beym Zuſammenmiſchen des Vitriolöls mit Baumöl, Terpenthinöl u. d. gl. Sie iſt phlogiſtiſirte Vitriolſäure, die durch die Aufnahme einer gewiſſen Quantität Wärmeſtoffs in den permanent elaſtiſchen oder luftförmigen Zuſtand gekommen iſt. Sie wird bey Berührung der reſpirablen Luft nicht, wie die ſalzſaure Luft, in einen ſichtbaren Dampf verwandelt, ſondern aufgelößt.

Die der Geſundheit und den Lungen nachtheiligen Eigenſchaften des Schwefeldampfes laſſen ſich leicht aus dieſer phlogiſtiſirten Vitriolſäure erklären.

Die erwähnte eſſigſaure Luft hat ſich nicht beſtätigt. G.

473. §.

Das flüchtige Alkali läßt ſich auf ähnliche Art wie die Säuren durch Erwärmung von ſeinem Phlegma befreyen, und als eine luftartige Maſſe darſtellen. Bey den erſten Verſuchen, die H. Prieſtley mit den flüchtigen laugenſalzen anſtellte, die man durch die Deſtillation des ammoniakaliſchen Salzes mit einem fixen laugenſalze erhält, fand derſelbe, daß die daraus entbundene luft mit mephitiſcher luft vermiſcht war: um deßwillen wählte er nachher ſolche Maſſen, die keine mephitiſche luft enthalten. Mit drey Viertheilen

gelöſchten Kalk, miſchte er ein Viertheil ammonia-kaliſches Salz in einer Flaſche, und entband aus dieſer Miſchung mit Hülſe der Hitze eines Lichts eine Menge alkaliniſcher Luft. Um dieſe Luft völlig trocken zu erhalten, muß man mit der Leitröhre,
92. Fig. die ſo, wie es die 92 Figur vorſtellet, gebogen ſeyn muß, unten ein kleines Gefäß verbinden, worin ſich die wäßerigen Dämpfe verdichten und ſammlen können. Die ſo zuwege gebrachte Luft iſt wiederum das flüchtige Alkali im Zuſtande der größten Trockenheit. Sie kann nur mit Queckſilber geſperret werden, weil ſie mit dem Waſſer und Eiſe eben die ſtarke Verwandtſchaft hat, wie die aus den Säuren erzeugten Luftarten; ſie ſchmelzt das Eis ſo geſchwind als wenn es einem ſtarken Feuer ausgeſetzt wäre. Sie iſt einigermaſſen entzündbar. Ein brennendes Licht, in ein hohes cylindriſches Gefäß mit alkaliniſcher Luft verſenkt, verlöſcht einigemal nach einander: es wird aber jedesmal vorher die Flamme beträchtlich vermehrt, weil eine andre blaßgelblichte Flamme hinzukommt. M. ſ. Prieſtley, a. a. O. 1 Th. 2te Abth. 1 Abſchnitt. Ueberhaupt ſind die ſaliniſchen Luftarten ſchwerer als gemeine und entzündbare Luft: die alkaliniſche iſt leichter als die übrigen ſaliniſchen Luftarten, aber doch etwas ſchwerer als die eigentliche entzündbare Luft.

Daß alkaliniſche Luft mit einer von den ſauren Luftarten vermiſcht, ſich mit derſelben ſo verbinden würde, daß Mittelſalze erzeugt würden, war zu vermuthen, und es erfolgte wirklich ſo bey

den

den Verſuchen. Sobald zwo Luftgattungen dieſer Art einander berührten, erzeugte ſich eine ſchöne weiße Wolke, die ſogleich das ganze gläſerne Gefäß, worin ſie befindlich waren, anfüllte: die Luftmaſſe verminderte ſich, und wenn ſich die Wolke niederſenkte, ſo ward ein ammoniakaliſches Mittelſalz erzeuget, völlig ſo, als wenn die Säure, und das Alkali, in ihrer flüſſigen Geſtalt mit einander verbunden werden. M. ſ. **Prieſtley a. a. O. 1 Th. 2 Abth. 1 Abſchnitt 165. 166. S.**

Nur allein das ätzende oder luftleere flüchtige Laugenſalz kann VIII.) die flüchtig = alkaliniſche oder urinöſe Luft (aër alcaniuus, urinoſus) geben; und dabey muß auch der Zugang der reſpirabelen Luft und der Feuchtigkeit verhindert werden. Sie iſt flüchtiges ätzendes Laugenſalz durch den Wärmeſtoff in luftförmige Geſtalt gebracht; und hieraus laſſen ſich ihre Eigenſchaften leicht beurtheilen. Dieſe Luftart wird auch nicht, wie die ſalzſaure Luft, in einen ſichtbaren Dampf verwandelt, wenn man ſie mit reſpirabeler Luft vermiſcht, ſondern von der letztern aufgelößt. Die Luftſäure vernichtet ihren luftförmigen Zuſtand ſogleich, und verwandelt ſie in mildes flüchtiges Alkali, das nicht mehr die Luftform behalten kann, ſondern ſich augenblicklich niederſchlägt. Die ſalzſaure Luft bringt damit auch einen feſten Körper, den Salmiak, zu Wege. In beyden Fällen entſteht Erwärmung, weil der von den Luftarten gebundene Wärmeſtoff nun frey und entwickelt wird (§. 437. aa).

Die flüchtig alkaliniſche Luft dient übrigens am beſten, um ſich das ätzende flüchtige Laugenſalz höchſt rein darzuſtellen, weil ſie gar keine Luftſäure bey ſich führen kann. — Dieſe Luft iſt nicht bloß einigermaßen,

maßen, ſondern völlig entzündlich; aber freylich nur bey genugſamem Zugange der reſpirabelen Luft.

G.

474. §.

Unter den Säuren, die ſich als luftartige Maſſen darſtellen laſſen, iſt noch die Flußſpathſäure merkwürdig, die H. Scheele ein ſchwediſcher Chymiſt, nur vor kurzen entdeckt hat. Man erhält ſie in flüſſiger Geſtalt aus dem Flußſpath, wenn derſelbe mit gleichen Theilen Vitriolöl deſtillirt wird. Die gläſernen Gefäße, in welchen die Deſtillation vor ſich gehet, werden aber dabey ſo angegriffen, daß ſie durchlöchert werden; und wenn Waſſer in der Vorlage iſt, ſo wird daſſelbe mit einer Rinde von einer mürben ſteinartigen Maſſe überzogen. Die Chymiſten ſind in ihren Meinungen über die Natur der Flußſpathſäure noch getheilt. Einige halten ſie mit H. Scheele für eine eigene von den übrigen verſchiedene Säure; Hr. Boulanger hält ſie für eine Kochſalzſäure mit einer irrdiſchen Maſſe verbunden. H. Prieſtley hält ſie für eine Vitriolſäure, die ſoviel Phlogiſton bey ſich hat, als ſie haben muß, um in Luft überzugehen, die aber zugleich mit vieler Spatherde verbunden iſt. H Prieſtley that zerſtoſſenen Flußſpath in eine Flaſche mit eingeriebenen Stöpſel und Rohr, goß Vitriolöl daräuf, und ſahe bald, daß ſich die Luft anfangs ohne alle Hitze, nachher mit einem kleinen Grade des Feuers in groſſer Menge erzeugte Sie ließ ſich wie andere ſaure Luftgattungen mit Queckſilber

ſper=

ſperren. Ein Licht, wenn es in ein mit dieſer Luft gefülltes Gefäß herabgelaſſen ward, verlöſchte darin, ohne daß die Flamme eine beſondre Farbe dabey annahm.

Es iſt jetzt ganz ausgemacht, daß die Säure des Flußſpaths eine eigene, von allen andern Säuren des Mineralreichs verſchiedene, ſey, die das Characteriſtiſche und Eigenthümliche hat, die Kieſelerde und alſo auch das Glas, aufzulöſen und jene ſogar mit zu verflüchtigen, wie Hr. Wiegleb, Meyer, Wenzel und Scopoli bewieſen haben.

G.

475. §.

Wenn man in dem gewöhnlichen Queckſilberapparat dieſe Flußſpathſäurenluft erſtlich durch Queckſilber, und dann eine ziemliche Menge Waſſer zu ihr gehen läſſet; ſo zeigen ſich die merkwürdigſten Erſcheinungen. An den Seitenwänden des Gefäßes ſchießen Kryſtallen an, und über dem Waſſer erzeugt ſich ein ſteinigtes Häutchen, welches das Waſſer weiß und undurchſichtig macht. Weil aber die Luft ſich hiebey vermindert, ſo durchſtößt endlich das Waſſer dies Häutchen, und ſteigt höher. Alsdenn erzeugt ſich auf dem Waſſer ein neues Häutchen, das bald nachher ebenfalls durchbrochen wird. So erzeugen ſich mehrere ſteinartige Rinden über einander. Aus dieſen Häutchen, wenn ſie H. Prieſtley ſammelte und trocknete, erhielt er ein weißes Pulver, welches gemeiniglich etwas ſauer ſchmeckte, aber durch Abwaſchen im Waſſer den ſauren Geſchmack verlohr.

Man

Man kann den Verſuch etwas verändert auch ſo anſtellen. In das gewöhnliche cylindriſche Gefäß ſchüttet man gleich anfangs Waſſer und Queckſilber, kehrt es darauf um, die Oefnung unten, und ſtellt es wie gewöhnlich in der Wanne mit Queckſilber auf das Traggeſimſe: ſo nimmt das Waſſer über dem Queckſilber ſeine Stelle ein. Nun läßt man mit Hülfe des Leitrohrs die Flußſpathſäuren-Luft durchs Queckſilber ins Waſſer dringen; ſo ſieht es ganz vortrefflich aus, wenn jede Luftblaſe, ſobald ſie durch das Queckſilber gegangen iſt, und auf das Waſſer ſtößt, augenblicklich gleichſam verſteinert wird, noch eine kurze Zeit hohl bleibt, und ſodann gemeiniglich als ein Bläschen oder dünnes Häutchen im Waſſer in die Höhe ſteigt. Das im Gefäß über dem Queckſilber befindliche Waſſer wird ſolchergeſtalt nach und nach in eine feſte gallertartige Maſſe verwandelt. Weitere Beſchreibungen der artigen Erſcheinungen von mancherley Art, die ſich dabey dem Beobachter darſtellen, giebt H. Prieſtley a. a. O. im 2ten Theil im 11ten Abſchnitt.

IX. Die Flußſpathſaure Luft iſt ebenfalls Flußſpathſäure im luftförmigen Zuſtande. Sie wird ſogleich zerſetzt, wenn ſie die atmoſphäriſche Luft berührt, und in einen weißlichen Dampf verwandelt, der vom Waſſer verſchluckt wird, und damit verdünnte Flußſpathſäure bildet. Kalkwaſſer giebt damit wiederhergeſtellten Flußſpath.

Die merkwürdige Erſcheinung der kieſeligten und erdigten Rinde auf dem Waſſer, durch welches man die flußſpathſaure Luft abſorbiren ließ, verleitete

Herrn

Hrn. Scheele erſt zu der Meynung, daß die Kieſelerde ein Product ſey, aus Flußſpathſäure und Waſſer; allein dieſe Kieſelerde iſt nur durch das Waſſer aus der Flußſpathſäure niedergeſchlagen. Man erhält ſie auch nur, wenn man die Flußſpathſäure aus gläſernen oder Kieſelerde enthaltenden Gefäßen deſtillirt, oder wenn dem Flußſpathe Kieſelerde beygemengt wird. Wenn man flußſpathſaure Luft oder Flußſpathſäure aus bleyernen oder zinnernen Gefäßen deſtillirt, ſo liefern ſie mit dem Waſſer jene Erſcheinungen nicht. Die aus gläſernen Gefäßen erhaltene flußſpathſaure Luft iſt alſo eigentlich nicht für rein zu halten. G.

476. §.

Wegen des nöthigen Verfahrens, um dieſe Luft zu erhalten, giebt H. Prieſtley noch folgende Nachrichten. Das Rohr, durch welches die Luft übergehen ſoll, muß nicht zu eng ſeyn, weil es ſich ſonſt leicht verſtopft. Die Flaſchen mit eingeriebenen Stöpſel und Röhren, welche H. Prieſtley anfangs brauchte, wurden von der Säure gleich angegriffen und zu Grunde gerichtet; deßwegen nahm er hernach nur gemeine Flaſchen ſo ſtark er ſie nur immer erhalten konnte. Allein auch dieſe hielten den Verſuch ſelten über eine Stunde aus. Oft wurden die ſtärkſten Flaſchen bey einem beträchtlichen Grade des Feuers in einer Viertelſtunde gänzlich durchfreſſen. Dieſe Wirkung der Flußſpathſäurenluft auf das Glas ſcheint ſich vornemlich nur bey einem beträchtlichen Grade der Hitze zu äußern. Wenn H. Prieſtley die Luft ſchnell erzeugen wollte; ſo fand er es zuträglich, den Spath zu ſtoßen, den vierten

Theil der Flaſche damit anzufüllen, und alsdenn das Vitriolöl ſo darauf zu gießen, daß ohngefehr noch das letzte Viertel der Flaſche leer blieb, damit die Luftblaſen ſich darin ausbreiten und zerſpringen konnten, ohne daß dabey das geringſte von der Auflöſung in das Rohr übergehen konnte.

Außer den erwähnten Luftarten ſind noch einige andere hier zu bemerken. Dahingehört: X) die Schwefelleberluft oder hepatiſche Luft (aër hepaticus). Der Schwefel verbindet ſich nämlich mit dem feuerbeſtändigen ätzenden Laugenſalzen durch Schmelzen leicht, und liefert damit ein im Waſſer auflösliches Gemiſch, welches den Namen der Schwefelleber führt. Wenn man zu derſelben eine Säure ſetzt, ſo tritt dieſelbe mit dem Laugenſalze in Vereinigung und der Schwefel fällt nieder; dabey entſteht eine Art von Aufbrauſen und es entwickelt ſich ein ſehr unangenehmer Geruch. Nimmt man dieſe Vermiſchung in der Entbindungsflaſche und mit Hülfe des pneumatiſchen Apparats vor, ſo erhält man eine eigene Luftart, welches die Schwefelleberluft iſt. Dieſe Luft hat 1) einen eigenen unangenehmen Geruch; 2) iſt irreſpirabel und tödtet hineingebrachte Thiere; 3) löſcht Lichter aus, brennt aber in einem Gefäße mit einer weiten Oeffnung ſelbſt mit einer röthlichblauen Flamme, und ſetzt während des Brennens an die Wände des Gefäßes etwas wenigen Schwefel ab. Auch mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht brennt ſie mit einem Schlage ab. 4) Sie röthet die Lackmustinktur nicht, wenn ſie nicht mit Luftſäure verunreiniget iſt; und trübt auch das Kalkwaſſer nicht; 5) vom kalten Waſſer wird ſie abſorbirt, obgleich langſam, wie die Luftſäure, und das Waſſer erlangt davon einen Geruch und Geſchmack nach Schwefelleber. Polirte Metalle

laufen darinn ſchwarz an, und weiſſer Arſenik verwandelt ſich darinn mit der Zeit in gelben Arſenik. Dies Waſſer iſt nun den natürlichen ſo genannten Schwefelwäſſern, dergleichen das Aachner Bad iſt, ähnlich, die auch keine eigentliche Schwefelleber, ſondern hepatiſche Luft aufgelößt haben. 6) Dieſe Luft wird endlich zerſetzt, wenn ſie mit reſpirabeler Luft eine Zeitlang eingeſchloſſen ſteht. Dies geſchiehet auch mit dem Schwefelleberluftwaſſer, welches einen Schwefel abſetzt. Auch die Salpeterſäure benimmt ihm den Geruch, und ſchlägt einen Schwefel nieder.

Alle Erſcheinungen, welche dieſe Luftart liefert, ſtimmen für Bergmanns Meynung, daß ſie, nicht luftförmiger Schwefel, ſondern Schwefel und Brennſtoff ſey, die durch den Wärmeſtoff luftförmig gemacht wurden.

XI. Die Phosphorluft (aër phosphoricus). Man erhält ſie, wenn man Harnphosphorus zu einer ätzenden Lauge eines feuerbeſtändigen Alkali trägt, womit er ſich in der Hitze unter einem ſtarken Schäumen vereiniget. Sammlet man die dabey ſich entwickelnden Luftblaſen durch Hülfe des Queckſilberapparats, ſo findet man, daß die erhaltene Luft einen eigenen ſehr unangenehmen, gleichſam faulen Geruch beſitzt; 2) irreſpirabel und thiertödtend iſt; 3) ſich bey Berührung der reſpirabeln Luft von ſelbſt entzündet, und zwar mit einer kleinen Explosion und einem lebhaften Lichte. Es würde wegen dieſer Selbſtentzündung gefahrvoll ſeyn, ſie in einem Gefäße mit der dephlogiſtiſirten Luft vermiſchen zu wollen. — Dieſe Luft iſt Phosphor und Brennſtoff, durch Hülf des Wärmeſtoffs luftförmig gemacht. Ihr Erfinder iſt Herr Gengembre (Mémoires des Sçavans Etrangers. Tom. X.)

Noch verdient endlich XII) die dephlogiſtiſirte Salzſäure hier angeführt zu werden, die man erhält, wenn man über einen Theil gepulverten Braunſtein

in einer gläſernen Tubulatretorte mit einem langen gekrümmten Halſe, die mit der Wanne des pneumatiſchen Apparats in gehöriger Verbindung iſt, drey Theile ſtarken rauchenden Salzgeiſt abzieht. Es entſteht ein Aufbrauſen, und es gehen gelbgefärbte Blaſen durch das Waſſer in die Vorlagen über. Dieſe ſind die dephlogiſtiſirte Salzſäure, die ſich am beſten in Gläſern mit eingeriebenen Stöpſeln aufbewahren läßt. Von der zerſtörenden Kraft dieſer gasartigen Flüſſigkeit auf Farben und ihren übrigen Eigenſchaften verweiſe ich auf mein Handbuch der Chemie §. 990 — 966. Der ſeel. Verf. bemerkte zuerſt an derſelben die Fähigkeit, ſich in der Kälte zu einem feſten Körper zu verwandeln und kryſtalliniſche Anſchüſſe zu bilden (Man ſehe Karſtens phyſ. chym. Abhandl. H. I. S. 206 f. f. H. II. S. 151. f. f.) Von der Anwendung dieſer Säure zum Bleichen der Leinwand und Garne ſiehe mein Journal der Phyſ. B. I. H. 2. S. 328. f. f.

Der XXII. Abſchnitt.

Von den elektriſchen Erſcheinungen.

477. §.

Viele körperliche Maſſen in der Natur, vielleicht alle, kann man in den Zuſtand ſetzen, daß ſie wenigſtens im Dunkeln an einigen Stellen leuchten, auch wohl beym Berühren mit andern Körpern mit einem ziemlichen Geräuſch kleinen Blitzen ähnliche Funkrn auswerfen, die ſo helle ſind,

ſind, daß man ſie beym Tageslicht deutlich genug ſiehet, die auch überdem wie ſonſt Feuerfunken leicht verbrennliche Sachen in Brand ſetzen. Körper, die ſich in dieſem Zuſtande befinden, ziehen alsdenn andre kleine und leichte Körperchen an ſich, als Metallblätchen, Staub, Fäden, Stückchen Holundermark, Kork, und dergleichen mehr, wenn ſich dieſe nicht in eben dem Zuſtande, wie jene befinden: ſonſt werden dieſe von jenen auch zurückgeſtoßen. Viele feſte Maſſen werden dadurch in dieſen Zuſtand geſetzet, daß man ſie mit einem andern weichen und rauchen Körper reibt, als leder, Wolle, Pelzwerk, auch nur mit der trocknen Hand. Einige verſetzt ſchon die Erwärmung, und wenn ſie ſchmelzbar ſind, das Schmelzen in dieſen Zuſtand. Daß der Bernſtein, wenn man ihn gerieben hat, leichte Körperchen an ſich ziehe, iſt eine alte Bemerkung: aber auch eben von dieſer Eigenſchaft des Bernſteins, der im griechiſchen Electrum heißt, haben jene Erſcheinungen den Namen electriſcher Erſcheinungen erhalten. Einen Körper electriſiren oder electriſch machen, heißt ihn in den Zuſtand verſetzen, wobey die erwehnten Erſcheinungen entweder alle oder zum Theil ſich äußern.

478. §.

Das leuchten und Entzünden ſind ſonſt die vornemſten Eigenſchaften des Feuers. Wenn es alſo nur ein ganz einfaches Element des Feuers giebt; (444. §.) ſo muß wohl daſſelbe die eigent-

gentliche Urſache von dem electriſchen Leuchten und Blitzen ſeyn. Wie aber auch ſonſt das Feuer in ſeiner völligen Reinigkeit nicht dargeſtellet werden kann; ſo iſt daſſelbe auch ohne Zweifel, indem es die electriſchen Erſcheinungen verurſachet, mit einer zarten verbrennlichen Maſſe, die mit zur Grundmiſchung der electriſirten Maſſe gehört, in einem gewiſſen phlogiſtiſchen Zuſtande verbunden. In dieſem Zuſtande kann es das **electriſche Feuer** heißen. In Anſehung der Wirkungen dieſes electriſchen Feuers ſcheinen die übrigen Maſſen in der Natur von ähnlicher Beſchaffenheit zu ſeyn, als in Anſehung der Wirkungen des Lichts. Es giebt durchſichtige und undurchſichtige Maſſen, auch ſind die zur erſten Claſſe gehörigen Maſſen bald mehr bald weniger durchſichtig. Der Erfolg bey allen Verſuchen mit den Körpern, die electriſirt werden können, iſt völlig ſo, daß es ſcheint, als wenn ſich das electriſche Feuer in einigen Maſſen entweder völlig ungehindert, oder doch leichter und ſchneller als in andern nach allen Seiten ausbreite, dagegen aber andre Maſſen nicht ſo ungehindert durchdringe. Jene nennt man am beſten **electriſche Leiter**, und unterſcheidet ſie von den das electriſche Feuer nicht weiter leitenden Maſſen. Dieſe nicht leitenden Maſſen können unmittelbar durchs Reiben electriſch gemacht werden, und eben darum heißen ſie auch für ſich **electriſche Maſſen**: die leitenden Maſſen werden durchs Reiben nie electriſch.

Dieſer

Dieſer letztere Satz: die leitenden Maſſen werden durchs Reiben nie electriſch, kann jetzt nicht mehr behauptet werden, ſo wie überhaupt die Eintheilung der Körper in an ſich electriſche und unelectriſche nicht genau und richtig iſt. Jeder electriſche Körper iſt vielmehr ein mehr oder weniger unvollſtändiger Leiter, und jeder Leiter ein mehr oder weniger unvollſtändiger electriſcher Körper. Viele electriſche Körper werden unter gewiſſen, oft zufälligen Umſtänden zu Leitern. Eine Metallſtange mit der Hand gehalten und dann gerieben, wird freylich nicht electriſch; allein ſie kann es werden, wenn ſie ſelbſt und ihr Reiber iſolirt iſt, und wir haben jetzt ſogar Electriſirmaſchinen aus Metall. Man ſehe davon Herrn Joh. Conr. Gütle Beſchreibung verſchiedener Electriſirmaſchinen. Leipz. und Nürnberg. 1790. 8. S. 117. f. f. G.

479. §.

Bernſtein, Glas, Edelſteine, Schwefel, Gummilak, und das daraus verfertigte Siegellack, Wachs, Harz, Pech, ſehr trockenes Holz, die atmoſphäriſche Luft, wenn ſie nicht feucht iſt, Seide, Kryſtall und mancherley andre Steine, ſind für ſich electriſche Maſſen: die Metalle, aber, der Erdkörper ſelbſt im Ganzen, Waſſer und die meiſten flüſſigen Maſſen, feuchte Luft und ſehr verdünnte Luft, ſind electriſche Leiter. Auch wird jede ſonſt für ſich electriſche Maſſe zum Leiter, wenn ſie naß oder mit Feuchtigkeit durchdrungen iſt. Daher iſt ſonſt alles Holz wenigſtens einigermaßen leitend, wenn es nicht aufs vollkommenſte ausgetrocknet iſt. Die Körper, welche aus leitenden Maſſen beſtehen, kann man eben darum, weil ſie leitend ſind, durch Mittheilung

electriſiren: es muß aber ein ſolcher Körper alsdenn nur mit für ſich electriſchen oder nicht leitenden Körpern in Verbindung ſeyn, damit das electriſche Feuer, was ſich durch ſeine ganze Maſſe vertheilt hat, nicht weiter abgeleitet werde. Man hängt ihn um deßwillen an ſeidenen Bändern, oder Schnüren auf, oder legt ihn auf Glas, Pech, Harz, Schwefel, oder ſonſt nicht leitende Maſſen, damit er von aller Berührung leitender Maſſen abgeſondert, oder wie man es kurz ausdrückt, iſolirt ſey. Nun iſt nichts weiter nöthig, um den iſolirten Körper electriſch zu machen, als daß ein andrer electriſirter Körper jenen iſolirten leitenden Körper berühre, oder auch nur demſelben an irgend einer Stelle ohne unmittelbare Berührung ſehr nahe komme. Der iſolirte auf ſolche Art electriſirte Körper ſchlägt nun gegen jeden unelectriſirten leitenden Körper Funken, verliert mit jedem Funken einen Theil des ihm mitgetheilten electriſchen Feuers. Wenn alſo die Erſcheinung mit andern, die gewöhnlich damit verbunden ſind, nicht ſogleich wieder aufhören ſoll; ſo muß der Verluſt des electriſchen Feuers durch fortgeſetzte Mittheilung eine zeitlang ununterbrochen erſetzt werden.

480. §.

Glasröhren, Siegellackſtangen, Schwefelcylinder, kann man zwar mit der Hand reiben, auch wenn die Hand vielleicht nicht recht trocken wäre, wollen Flanell, Leder, Pelzwerk, zu Hülfe nehmen: es geht aber alles beſſer und bequemer von ſtatten,

ten, wenn man ſtatt deſſen einen Cylinder, eine Kugel, oder ſonſt einen runden kugelähnlichen für ſich electriſchen Körper, auch wohl eine Scheibe, vermittelſt einer hiezu dienlichen mechaniſchen Anordnung in eine Umlaufsbewegung um ſeine Axe bringt. Eine dazu dienliche Maſchine nennt man eine Electriſirmaſchine. An den umlaufenden für ſich electriſchen Körper, damit er beym Umlauf zugleich gerieben werde, hält man die trockene Hand; oder man befeſtiget an der Maſchine ein mit Leder, Pelzwerk, Flanell, oder ſonſt etwas dergleichen überzogenes mit Haaren ausgeſtopftes Küſſen. Dabey macht man entweder die Einrichtung ſo, daß eine nur mäßig ſtarke Feder das Küſſen gegen den electriſchen Körper drückt, oder man verbindet mit dem Küſſen eine Stellſchraube, welche den Druck nach Befinden zu vermehren oder zu vermindern dient. Der Umlauf um die Axe wird vermittelſt einer Saite oder Schnur, entweder ſo wie die Docke einer Drechſelbank durch einen Bogen, oder durch ein Seilrad mit der Kurbel zuwege gebracht.

481. §.

Es iſt am gewöhnlichſten, daß man einen hohlen gläſernen Cylinder oder einen hohlen runden kugelähnlichen eyförmigen Körper aus glatten Glaſe wählt, weil dergleichen Röhren und hohle Glaskugeln, oder Sphäroiden, leicht auf den Glashütten verfertiget werden. Es ſcheint zwar, daß nicht alles Glas gleich geſchickt ſey, die electriſchen

Erſcheinungen hervorzubringen: man hat indeſſen gefunden, daß ein Ueberzug von einer harzartigen Maſſe auf der innern Fläche des Glaſes wenigſtens ſchlechte Glaskugeln verbeſſere. Sonſt glaubte man auch, daß zur Hervorbringung einer ſtarken Wirkung große Glaskugeln nöthig wären: allein ich weiß es aus eigner Erfahrung, daß größere Kugeln oft ſchlechtere Wirkung thun als kleinere. Ein Sphäroid läßt man am beſten um ſeine gröſte Axe laufen. Wenn die Umlaufsaxe deſſelben etwa 8 Zoll, der kleinſte Durchmeſſer 5 bis 6 Zoll groß iſt; ſo leiſtet es alle erwünſchte Wirkung. Man braucht ſie in deſſen auch von 9 bis 12 Zoll im Durchmeſſer. Ich finde überdem immer noch, daß ein Küſſen von rothen Corduan mit Haaren ausgeſtopft, die rauche Seite des Leder's auswendig gebracht, und mit etwas weniges feiner geſchabter Kreide beſtreuet, beym glatten Glaſe als Reibezeug ſehr gute Dienſte leiſte; ob man gleich nun empfielt, daß in das Leder ein Amalgama eingerieben werde, welches aus zwey Theilen Queckſilber, und einem Theil Stanniol mit ein wenig geſtoſſener Kreide verfertiget wird. Nur vor kurzen hat ein holländiſcher Arzeneygelehrter, H. van **Marum**, Gummilackſcheiben empfohlen, die ſich an Queckſilber in einem darunter angebrachten Becken reiben. M. ſ. **Martin van Marums Abhandlung über das Electriſiren, aus dem holländiſchen überſetzt von Joh. Willh. Möller, Gotha 1777.**

Bey den Electriſirmaſchinen kommen drey weſentliche Theile in Betracht: 1) der electriſche Körper, durch welchen vermittelſt des Reibens Electrizität erregt wird; 2) das Reibzeug, und 3) der iſolirte Leiter, oder der Conductor, der die Electrizität durch Mittheilung erhält, und der deswegen nöthig iſt, daß man aus ihm ſtarke Funken oder ſtarke Uebergänge der Electrizität erhalte, weil dieſe aus den geriebenen Nichtleiter nur ſchwach ſind.

In Anſehung des erſtern Theiles kann es nun gar mancherley Electriſirmaſchinen geben, nach Beſchaffenheit der Materie und Form des electriſchen Reibers. Am beſten ſchickt ſich dazu Glas, das hart, glatt, und nicht zu alkaliſch iſt (Glasmaſchinen), dem man die Geſtalt eines Sphäroids oder eines Cylinders (Cylindermaſchinen), oder einer runden Scheibe (Scheibenmaſchinen) giebt. Der Mechanismus, das Glas in einen ſchnellen Umlauf bequem zu ſetzen, kann mannichfaltig ſeyn, und iſt von verſchiedenen Schriftſtellern verſchiedentlich angegeben worden. Cavallo's Cylindermaſchine emempfiehlt ſich durch ihre Einfachheit und Bequemlichkeit (Man ſehe deſſen Abhandl. der Lehre von der Electricität. Th. III. Cap. 2. Taf. VII. Fig. 114). Die Glaskugeln oder Glascylinder, die man zu den Electriſirmaſchinen wählt, werden mit ihren Hälſen in eine meſſingene oder auch hölzerne Haube oder Büchſe eingeküttet, mit einen Kütt aus gleichen Theilen Pech und Wachs und einem halben Theile rothen Bolus. Die metallene Achſe darf nicht durch ſie hindurch gehen, weil dies zu viel Ableitung der electriſchen Materie bewürken würde. Einige haben die Gewohnheit, die Luft in den Cylindern oder Kugeln vor dem Einkütten in die Hauben durch Erwärmung auszutreiben und zu verdünnen, allein dies iſt offenbar nachtheilig, weil die verdünnte Luft ein Leiter iſt. Weil aber die in den Cylindern völlig eingeſchloſ-

ſchloſſene Luft bey der durchs Reiben entſtehenden Erwärmung gar zu leicht zum Zerſpringen derſelben Gelegenheit giebt, ſo muß man in die Haube des Halſes derſelben ein Loch anbringen, das der Luft den Aus- und Eingang verſtattet. Da aber auf der andern Seite die Feuchtigkeit, die ſich aus der Luft inwendig an das Glas anlegen kann, zum Ableiten der entwickelten electriſchen Materie Gelegenheit geben u. ſo die Electrizität ſchwächen kann; ſo überzieht man das Glas inwendig mit einer harzigten Materie. Am beſten dient dazu ein Gemiſch aus einem Theile Terpenthin, zwey Theile Colophonium, einem Theile Wachs und einem Theile Pech. Man ſchmelzt dies erſt in gelinder Wärme zuſammen, läßt es erkalten, bricht es in kleine Stücke und wirft dieſe in den Cylinder, den man über einem Kohlenfeuer gelinde erwärmt, und dadurch das Harzgemiſch zum Zergehen und durchs behutſame Drehen und Wenden des Cylinders zum gleichförmigen überziehen bringt.

Von den Scheibenmaſchinen von Glas ſind mehrere, ſehr bequeme, in Cuthbertſons Abhandlung von der Electrizität, aus dem Holländiſchen. Leipz. 1786. 8. S. 13. f. f. u. S. 99. Taf. I. Taf. III. u. Taf. XIV. beſchrieben und abgebildet. Die größte Maſchine dieſer Art iſt die von Cuthbertſon verfertigte im Taylorſchen Muſeum zu Haarlem, die zwey Glasſcheiben, jede von 65 Zoll engl. im Durchmeſſer hat. Sie iſt vom Herrn van Marum beſchrieben (Beſchreibung einer ungemein großen Electriſirmaſchine, und der damit im Taylerſchen Muſeum zu Haarlem angeſtellten Verſuche. Aus dem Holländiſchen. Leipz. 1786. 4. Erſte Fortſetzung Leipz. 1788. 4.)

Electriſirmaſchinen von andern Materien als Glas, haben mehrere Schriftſteller angegeben. Dahin gehört Hrn. Pickels Scheibenmaſchine aus gedörrtem Holz (Experimenta phyſico medica de electricitate.

Wür-

Würceburg 1778. 8.); van Marums Scheibenmaſchine aus Gummilack in der vom Herrn Verf. angeführten Abhandlung; Hrn. Lichtenbergs Cylindermaſchine, aus glattem wollenen Zeuge, das ſich an einem Katzenfelle reibt; (Magaz. für das Neueſte aus der Phyſik. B. I. St. I. S. 83); Seiferhelds Scheibenmaſchine aus überfirnißten Taffent (Beſchreibung einer ſehr wirkſamen Electriſir. maſchine, von Geo. Heinr. Seiferheld. Nürnberg 1787. 8.). Noch einige andere, ſogar aus Metallen hat Hrn. Güttle in der oben (§. 478. Anm.) angeführten Schrift beſchrieben und abgebildet.

Statt des vom Herrn Verf. vorgeſchlagenen corduanenen mit Haaren ausgeſtopften Küßens dient zum Reibzeuge weit beſſer, nach Nooth's Vorſchlag (Philoſophic. Transactions. Vol. LXIII. no. 35). ein dünnes mit Pferdehaaren ausgeſtopftes ſeidenes Küſſen, das mit ſeidenen Schnüren an ein nach der Krümmung des Cylinders gebogenes, hölzernes, mit Zinnfolie belegtes Geſtell auf der einen Seite befeſtiget, und mit einem an eben der Seite des Geſtells angenagelten weichen Leder bedeckt iſt. An dem andern freyen Ende des Leders iſt ein Stück Wachstaffent mit einigen Nadeln befeſtigt, das beym Electriſiren einen Theil des Cylinders umgiebt, und gegen das Ausſtrömen der Electrizität ſichert. Die Electrizität wird ungemein verſtärkt, wenn man ein Amalgama aus 5 Theilen Zink und einem Theile Queckſilber gepulvert und mit etwas wenigem Fett vermiſcht aufs Leder dünn aufſtreicht, und wenn es mit der Zeit glatt geworden ſeyn ſollte, es durch ein Meſſer wieder rauch kratzt. Um das Küſſen an den Cylinder gehörig anzudrücken dienen zwey ſeidene Schnüre, die man an dem freyen Ende des Küſſens befeſtiget, über den Cylinder zieht, und an einem bequemen Orte des Tiſches anſpannt. — Bequem iſt es, wenn auch das Reibzeug iſolirt werden kann, und dies

ge=

geſchiehet am beſten dadurch, daß man das Brett, worauf das Küſſen ruhet, auf eine hinlänglich ſtarke gläſerne Säule ſetzt, und dieſe noch mit Pech oder dem vorher angegebenen Gemiſch ausgießt und überziehet. In Anſehung der Reibzeuge verdient noch nachgeleſen zu werden: Lettre de Mr. *van Marum* à Mr. le Chevalier *Marſilio Landriani* contenant la deſcription de Frottoirs electriques d'une nouvelle conſtruction à Haarlem. 1789. 4. und im Iournal de Phyſique 1789. Avril. S. 274. f. f.
G.

482. §.

Die Electricität welche durchs Reiben des glatten Glaſes zuwege gebracht wird, kommt nicht in allen Stücken mit derjenigen überein, welche man zuwege bringt, wenn mattgeſchliffenes Glas Siegellack, Schwefel, Harz, Bernſtein und andre harzartige Maſſen mit Wolle oder Pelzwerk gerieben werden. Um deßwillen gehört es zur Vollſtändigkeit einer electriſchen Geräthſchaft, daß man auch mit einem Cylinder, oder einer Kugel aus Schwefel, Siegellack, oder ſonſt einer harzartigen Maſſe verſehen ſey. Am leichteſten erhält man einen zu dieſen Verſuchen dienlichen Cylinder, wenn man einen Cylinder aus Holz ſo groß drehen läſſet, als man es gut findet; dieſen läßt man hiernächſt an ſeiner Auſſenſeite etwa einen Zoll tief hohl ausdrehen, und dieſe Vertiefung mit einem Guß von Schwefel, Siegellack, oder was man ſonſt wählen will, ausfüllen. Die äußere Cylinderfläche läßt man zuletzt wieder glatt abdrehen. Damit der Schwefel nicht ſo leicht zer-

zerſpringe und Riſſe bekomme, ſetzt man beym Schmelzen etwas Terpenthinöl dazu. Zum reibenden Küſſen dient ſtatt des Leders wollenes Zeug, beſonders ganz neuer Flanell, oder Haſen- und Katzenpelz Flanell wird bald glatt gerieben, und alsdenn verliert ſich die Wirkung beynahe ganz; von etwas längerer Dauer iſt das Pelzwerk.

Wenn das Reibzeug an der Glasmaſchine iſolirt werden kann, ſo kann man die entgegengeſetzte Electrizität am Reibzeuge hervorbringen, in dem man dieſes iſolirt und mit einem iſolirten Conductor in leitende Verbindung ſetzt, an welchen man nun alle Erſcheinungen wahrnehmen kann; dabey muß aber der erſte Conductor der Maſchine nicht mehr iſolirt ſeyn.

G.

483. §.

Metallene Stangen oder Röhren, auch metallene Ketten, wenn ſie gehörig iſolirt ſind, dienen bey der Electriſirmaſchine als Leiter. Dabey hat es ſeine Bequemlichkeiten, wenn der **erſte Leiter**, welchem der umlaufende für ſich electriſche Körper die Electricität unmittelbar mittheilt, eine metallene Röhre iſt. Damit ſie nicht zu koſtbar, auch nicht unnöthig ſchwer ſey, läßt man ſie aus Blech verfertigen, auch wenn man ſie recht groß haben will, aus Pappe mit Stanniol oder Goldpapier überziehen. Man kann dieſen erſten Leiter an einem beſondern Geſtelle, oder auch wohl an der Decke des Zimmers, vermittelſt ſeidener Schnüre aufhängen. Wenn aber das Fußgeſtelle der Maſchine ihm mit zur Unter-

terſtützung dienen ſoll; ſo muß es auf Trägern mit gläſernen Füßen ruhen, weil die ſeidenen Schnüre ihn beym Umlauf der Maſchine nicht feſt genug halten, welches allerley Unbequemlichkeiten nach ſich ziehet. An der Stelle, wo dieſer erſte Leiter von dem umlaufenden electriſchen Körper die Electricität aufnehmen ſoll, wird derſelbe mit einer oder etlichen Spitzen, oder ſtatt deſſen mit einem Quaſt aus Metallfäden oder Flittergold verſehen. An allen übrigen Stellen muß der Leiter recht glatt gearbeitet und von allen Spitzen und ſcharfen Ecken frey ſeyn: denn die Erfahrung lehrt, daß hiedurch die Wirkung ungemein geſchwächt werde.

Der Bequemlichkeit halber wird dieſer erſte Leiter noch mit einigen Ringen oder Haken verſehen, damit man Kettten dran hängen kann, welche die Electricität weiter zu leiten dienen, wenn man ſie ebenfalls gehörig iſolirt. Weil der menſchliche Körper leitend iſt, ſo dürfte man das Ende oder ſonſt ein Glied einer ſolchen Kette nicht mit der Hand anfaſſen, ohne dem Leiter ſeine Electricität zu rauben: es müſte denn die Perſon, welche die Kette halten wollte, ſelbſt iſolirt ſeyn. Es hat aber ſeine Bequemlichkeit bey manchen Verſuchen, wenn auch eine nicht iſolirte Perſon ein Gelenk der mit dem electriſirten Leiter verbundenen Kette angreifen, und ſelbiges andern Körpern, welchen vielleicht die Electricität mitgetheilt werden ſoll, nähern kann, ohne die Electricität abzuleiten. Zu dem Ende läßt man eine 10 bis

12 Zoll lange Glasröhre an einem Ende mit Meſſing faſſen, und mit einem Ringe oder Haken verſehen, damit man das Ende der Kette daran hängen kann; alsdenn dient die Glasröhre als ein iſolirender Handgriff, wenn man ſie am andern Ende mit der Hand angreift.

484. §.

Man electriſire den erſten Leiter, ſo wird mit demſelben zugleich jeder andre iſolirte leitende Körper, der damit in Verbindung iſt, electriſirt. Nähert man alsdenn dem erſten, oder jedem andern damit verbundenen Leiter, den Knöchel am Gelenke des Fingers, oder auch ſtatt deſſen ein glattes Stück Metall ohne Spitzen; ſo ſchlägt ein Funke entgegen, der einem kleinen Blitz ähnlich und helle genug iſt, daß man ihn auch beym Tageslicht ſehen kann. Wenn die Perſon, welche den Funken ziehet, ſelbſt iſolirt iſt, wenn ſie nemlich auf einem Pechkuchen, oder auf einem Schemel mit Glasfüßen ſtehet; ſo wird ſie dadurch ſelbſt electriſirt, und kann einer andern nicht iſolirten Perſon die erhaltenen Funken wiedergeben. Wenn eine auf die Art iſolirte Perſon das Ende einer von den iſolirten und mit dem erſten Leiter in Verbindung geſetzten Ketten in die Hand nimmt; ſo wird ſie ununterbrochen eben ſo, wie der erſte Leiter, und alle damit verbundene Nebenleiter electriſirt: eine andere uniſolirte Perſon kann alsdenn aus jedem Gliede des Körpers der iſolir-

iſolirten Perſon eben ſo, wie aus den metallenen Leitern, Funken ziehen.

Dieſe electriſchen Funken zünden recht guten rectificirten Weingeiſt, und noch ſicherer den Aether, wenn anders die Maſchine einigermaßen gute Wirkung leiſtet. Weil aus glatt abgerundeten Metall die Funken am beſten ſchlagen; ſo bringt man die erwähnte Wirkung am bequemſten und ſicherſten ſo zu wege. An den Leiter hänge man einen kurzen metallenen Stab aus ſtarken Drath, der am Ende eine kleine Kugel hat, oder auch recht glatt abgerundet iſt. Darauf gieſſe man etwas Aether oder guten Weingeiſt in einen metallenen Löffel, halte denſelben beym Stiele und laſſe den Funken aus dem glatten Kopf des Draths in den Aether oder Weingeiſt ſchlagen. Man zündet indeſſen eben ſo ſicher den Aether mit dem Finger an. Eine iſolirte Perſon, die mit dem electriſirten Leiter in Verbindung iſt, hält den Löffel mit Aether am Stiele, und eine uniſolirte Perſon ziehet den Funken; oder auch umgekehrt, die iſolirte Perſon ziehet den Funken, wenn die uniſolirte den Löffel mit Aether hält. Auf dieſe Art befremdet der Verſuch ſolche Perſonen am meiſten, die dergleichen noch nie geſehen haben. Im Winter kann man den Aether mit einem Stück Eis anzünden.

485. §.

Im dunkeln Zimmer ſiehet man, ſo lange das electriſiren fortgeſetzt wird, noch andre leuch-

tende

tende Erſcheinungen. Die Spitzen des erſten Leiters, oder ſtatt ihrer die Metall Fäden des Quaſtes, die Ecken des Flittergoldes, welche von dem umlaufenden electriſchen Körper die Electricität erhalten, leuchten deſto ſtärker, je beſſer die Wirkung iſt: auch ſiehet man ein Licht zwiſchen dem umlaufenden electriſchen Körper und dem Küſſen, welches ſich um die Kugel oder den Cylinder verbreitet. Hat der Leiter außer denen, welche die Electricität aufnehmen ſollen, ſonſt noch Spitzen oder ſcharfe Ecken, ſo ſieht man an denſelben leuchtende Feuerbüſchel, die zuweilen mit einem leichten Gekniſter hervorbrechen, und alsdenn allemal die übrige Wirkung ſehr ſchwächen. Wenn man eine uniſolirte metallene Spitze gegen den Leiter hält, ſo erſcheint dieſe Spitze wie glühend, oder mit einem Stern erleuchtet, und die übrige Wirkung wird dadurch ſo ſehr geſchwächt, daß man faſt gar keine ſchlagende Funken ziehen kann, ſo lange dieſe ableitende Spitze nicht entfernt wird.

Das Ausſtrömen des electriſchen Feuers aus ſolchen Spitzen kann ein leichtes kleines Rad auf ähnliche Art in Umlauf bringen, wie das Waſſer beym Ausſtrömen aus kleinen Oefnungen durch die Zurückwirkung die Segneriſche Hydrauliſche Maſchine in Umlauf bringt. (258 §.) Die 94ſte Figur ſtellet ein kleines metallenes Rad mit vier Armen vor, die aus Metalldrath verfertiget und wovon die Spitzen bey A, B, C, D, rechtwinklicht umgebogen ſind. In der Mitte bey E ſind dieſe

Arme mit einem metallenen glatt ausgehöhlten kleinen Hut verbunden, ſo wie der Hut in der Mitte einer Magnetnadel gewöhnlich beſchaffen iſt, damit das Rad eben ſo wie eine Magnetnadel auf eine Spitze gelegt werden könne, und ſich alsdenn wegen des Gleichgewichts der vier Arme gegen einander in horizontaler Lage erhalte. Wenn die Spitze, welche das Rad in der Mitte trägt, leitend, und mit dem Leiter der Maſchine in Verbindung iſt: ſo kommt das Rad ſogleich in einen ſchnellen Umlauf, wenn der Leiter und mit demſelben auch das Rad electriſirt wird.

486. §.

Die Erſcheinungen der leuchtenden Spitzen erfolgen jedoch nur alsdenn mit allen Umſtänden ſo, wie ſie im vorigen §. ſind beſchrieben worden, wenn die Electricität dem Leiter vom glatten Glaſe mitgetheilet wird: ſie fallen in einigen merkwürdigen Umſtänden anders aus, wenn der Leiter ſeine Electricität vom geriebenen Siegellack, Schwefel, oder einer harzartigen Maſſe erhält. Eine Spitze, die mit dem iſolirteen und electriſirten Leiter ſelbſt verbunden iſt, erſcheint im dunklen nur glühend, oder wie mit einem Sternchen erleuchtet. Wenn man aber eine uniſolirte metallene Spitze gegen dieſen Leiter hält; ſo erſcheint an derſelben ein coniſcher Feuerbüſchel, der ſich von der Spitze gegen den Leiter zu ausbreitet. Wegen der ungemeinen Geſchwindigkeit der blitzähnlichen Funken iſt man nie im Stande wahrzuneh-

zunehmen, ob der Funke aus dem Leiter heraus, oder in denſelben hinein ſchlägt. Wenn aber an einer Spitze der coniſche Feuerbüſchel erſcheint, ſo ſcheinen alle Umſtände es zu ergeben, daß das electriſche Feuer daraus hervor ſtröme: ſo wie umgekehrt, wenn eine Spitze nur glühend oder mit einem Sternchen erleuchtet zu ſeyn ſcheinet, aus allen Umſtänden abzunehmen iſt, daß das electriſche Feuer in die Spitze hineindringe. Wenn dies ſeine Richtigkeit hätte; ſo würde man aus den eben erzählten Erfahrungen den Schluß ziehen müſſen, daß dem Leiter vom glatten Glaſe electriſches Feuer zugeführet, hingegen vom Schwefel und harzartigen Maſſen dem Leiter electriſches Feuer entzogen werde. Im erſten Fall würde alſo aus den Spitzen am Leiter ein Theil des überflüſſig ihm zugeführten electriſchen Feuers ausſtrömen: im andern Fall aber würde in die Spitzen des ſeines electriſchen Feuers beraubten Leiters aus der Luft wieder electriſches Feuer hinein dringen. Eben dies beſtättigen die Erſcheinungen an den uniſolirten metallenen Spitzen, wenn man ſie gegen den electriſirten Leiter hält. Rührt die Electricität vom Glaſe her, ſo erſcheint die Spitze nur glühend, oder wie ein Stern glänzend: wenn aber die Electricität vom Schwefel, oder einer harzartigen Maſſe herrührt; ſo gehet von der Spitze ein Feuerbüſchel aus, der ſich gegen den Leiter ausbreitet.

Alle dieſe Erſcheinungen der entgegengeſetzten Electrizität laſſen ſich an den durch iſolirtes Reibzeug der Glasmaſchine electriſirten iſolirten Leitern zeigen. — Wenn aber die Glaselectricität (wie wir ſie jetzt noch nennen wollen) aus dem electriſirten leitenden Spitzen ausſtrömte, und die Harzelectricität in dieſelben einſtrömte, warum drehet ſich das electriſche Flugrad durch beyde nach einerley Richtung? — Dies ließe ſich doch erklären, wenn man die ausſtrömende Materie als elaſtiſch annimmt, die durch Reaction des Körpers, aus dem ſie ſtrömt, eine Bewegung hervorzubringen ſtrebt, wenn ihr nur auf der einen Seite Widerſtand geleiſtet wird, wie die Segneriſche hydrauliſche Maſchine, das Steigen der Racketen, das Zurückprallen der Schießgewehre u. d. gl. erklären, wodurch alſo eben die Richtung hervorgebracht wird, als beym Einſtrömen der entgegengeſetzten Electrizität. Allein warum fühlt man ein Blaſen und einen Wind aus den auf beyderley Art electriſirten Spitzen, wenn man einen Theil ſeines Körpers ihnen nähert? — G.

487. §.

Geſetzt aber, daß auch dieſe Vorſtellung der Natur nicht völlig gemäß wäre; ſo iſt doch ſoviel gewiß, daß die vom glatten Glaſe herrührende mit der vom Schwefel und harzartigen Maſſen herrührenden Electricität nicht in allen Stücken übereinkomme. Um deßwillen hatte H. du Fay ſchon Glaselectricität und Harzelectricität unterſchieden. Ein vom glatten Glaſe electriſirter Leiter ſchlägt gegen einen uniſolirten leitenden Körper Funken. Wenn dieſer leitende Körper aber iſolirt und ſelbſt vom glatten Glaſe electriſirt iſt;

ſo

ſo ſchlagen keine Funken zwiſchen beyden, es müſte den die Electricität des einen beträchtlich ſchwächer ſeyn, als die Electricität des andern. Ein vom Schwefel oder Harz electriſirter Leiter ſchlägt eben ſo Funken gegen einen uniſolirten leitenden Körper. Iſt aber dieſer leitende Körper iſolirt, und ſelbſt vom Schwefel oder Harze electriſirt; ſo ſchlagen zwiſchen dem Leiter und dieſem Körper keine Funken, es müßte denn wiederum die Electricität des einen beträchtlich ſchwächer ſeyn, als die Electricität des andern. Wenn dagegen der vom glatten Glaſe und der vom Schwefel oder Harze electriſirte Körper einander nahe gebracht werden; ſo ſchlägt zwiſchen beyden nur ein deſto ſtärkerer Funke, und beyde Electricitäten heben einander auf. Wenn es wahr iſt, daß der vom Glaſe electriſirte Körper mehr, der vom Schwefel oder Harze electriſirte aber weniger electriſches Feuer, als im natürlichen Zuſtande enthält; ſo werden dieſe Erſcheinungen daraus ziemlich begreiflich.

Alles, was der Herr Verf. hier von dem Unterſchiede der Glas- und Harzelectricität ſagt, gilt auch von der Electricität des iſolirten Reibzeuges und des gewöhnlichen Conductors. Zwiſchen denen durchs Reibzeug electriſirten Körpern ſchlagen keine Funken, wenn man ſie einander iſolirt nähert, und eben ſo wenig zwiſchen denen durch den Conductor der Maſchine electriſirten; hingegen entſtehen ſtarke Funken zwiſchen einem durchs iſolirte Reibzeug und einem andern durch den Conductor der Electriſirmaſchine electriſirten iſolirten Leiter. Zwey iſolirte Perſonen,

die beyde gleich ſtark mit der Electricität des Reibzeuges verſehen ſind, berühren ſich ohne Funken, wie wenn ſie die Electricität des Conductors gleich ſtark haben; wenn aber eine davon durchs iſolirte Reibzeug, die andere durch den Conductor der Maſchine die Electricität empfangen haben, ſo ziehen beyde aus einander einen ſtärkern Funken, als wenn die andere nicht electriſch wäre. G.

488 §.

Einen Körper, der mehr electriſches Feuer als im natürlichen Zuſtande enthält, kann man, um im Ausdruck deſto kürzer zu ſeyn, **poſitiv electriſirt**, einen ſolchen aber, welcher weniger als im natürlichen Zuſtande enthält, kann man **negativ electriſirt** nennen. Wenn man mit H. **Franklin** dieſe Redensarten braucht, daß die vom glatten Glaſe erregte Electricität als **poſitiv**, und die vom Schwefel und Harz erregte als **negativ** betrachtet wird; ſo ſetzt man eben nicht **nothwendig** voraus, daß der von Glaſe electriſirte Körper mit electriſchem Feuer angehäuft, hingegen der von Schwefel und Harz electriſirte Körper davon ausgeleert ſey. Dieſe Redensarten zeigen nur in einem ähnlichen Sinne, wie ſie in der Mathematik gebraucht werden, ſoviel an, daß die vom Schwefel und Harz herrührende Electricität der vom glatten Glaſe herrührenden entgegen geſetzt ſey. Alle Erſcheinungen, wenigſtens die allermeiſten, welche man bisher durch Verſuche zuwege gebracht hat, erfolgen übrigens völlig ſo, als wenn beym Electriſiren mit glatten Glaſe das electriſche Feuer in den Leitern angehäuft,

häuft, durchs Electriſiren mit Schwefel oder Harz aber vermindert würde.

Ohne gerade ſich für irgend eine Parthey zu erklären, und ohne ſich um die Urſach zu bekümmern, kann man den Zuſtand der Electricität im geriebenen glatten Glaſe und im Harze, oder im iſolirten Reibzeuge und im Conductor der Maſchine für entgegengeſetzt annehmen, und mit Herrn Hoffr. Lichtenberg die Electricität des geriebenen glatten Glaſes + E, die des Harzes, Siegellacks, oder des iſolirten Reibzeugs der Glasmaſchine — E nennen, und ſich dann ſo auf eine bequeme Art dieſer Zeichen bey den Erklärungen bedienen. Der Ausdruck Harzelectricität und Glaselectricität iſt überdem nicht gut paſſend; denn es kömmt ſehr viel auf das Reibzeug an, durch welches im Glaſe ſowohl als im Harze bald die eine, bald die andere Art der Electricität entwickelt wird. Es iſt alſo die Glaselectricität keinesweges allgemein + E, und die Harzelectricität nicht immer — E. Man ſieht leicht ein, daß dies nur durch unmittelbare Verſuche gefunden werden kann; daß dies aber auch zu ſehr intereſſanten Unterſuchungen Anlaß giebt, dergleichen Boulanger, Wilſon, Beccaria, Wilke, Bergmann, Simmer, Lichtenberg angeſtellt, und worüber Cavallo, Lichtenberg Donndorf, Schurer Tabellen mitgetheilt haben. So hat man, um hier nur einiges zu bemerken gefunden: 1) daß glattes Glas + E erhält, wenn es mit leitenden oder iſolirenden Subſtanzen gerieben wird; nur mit Katzenbalge gerieben wird es — E; 2) rauhes und mattgeſchliffenes Glas wird + E, wenn es mit Schwefel, Seide, Wachstaffent, und Metallblättern; — E, wenn es mit wollenen Tüchern, mit polirtem Glaſe, mit Siegellack, mit Papier oder mit der Hand gerieben wird; 3) Harz und Siegellack erhält + E, wenn es mit Metall, Schwefel und mattgeſchliffenem Glaſe; — E, wenn

es mit polirtem Glaſe, wollenen Tüchern, weichen Fellen, Papier gerieben wird. 4) weiße Seide wird + E durch Metallblätter, Tuch und ſchwarze Seide; — E durch Papier, durch die Hand und durch weiche Felle; 5) Schwarze Seide wird + E durch Siegellack, — E durch weiße Seide, weiche Felle, Papier oder mit der Hand gerieben; 6) Schwefel wird + E durch Metall; — E durch polirtes oder mattes Glas, Siegellack, Holz, Papier, Tuch, oder durch die Hand; 7) Metalle werden + E mit Harz, — E mit polirtem Glaſe. — Oft ändert ſich dieſe Electrizität nach der Stärke des Reibens; immer aber erfordern Verſuche dieſer Art Genauigkeit und Vorſicht.

Allemal erlangt das iſolirte Reibzeug die entgegengeſetzte Electricität des Reibers und Conductors, es erhält — E, wenn dieſe + E; und + E, wenn dieſe — E haben. Die wenigen Ausnahmen davon erfordern noch Beſtätigung.

Um nun den Zuſtand der Electricität zu erkennen, ob ſie + E oder — E ſey, kann man freylich nicht immer die oben (§. 486) angeführte Erſcheinung mit den leuchtenden Spitzen als Probe anwenden, die bey geringern Graden der Electricität nicht einmal ſtatt findet; hier dient aber das im folgenden §. erwähnte Anziehen der ungleichnamigen, und das Zurückſtoßen der gleichnamig electriſirten kleinen, leicht beweglichen, Körper. Giebt man nämlich Korkkügelchen, die an einem, kleinen, dünnen Zwirnsfaden über einer mit wollenem Zeuge geriebnen und dadurch + E elecriſirten Glasröhre hängen, die nämliche Electricicität, ſo werden ſie durch die Annäherung an andre ähnliche Korkkügelchen, die mit dem zu prüfenden electriſirten Körper verbunden ſind, anzeigen, ob die Electricität des letztern + E oder — E ſey; denn im erſten Falle werden ſie abgeſtoßen, im letztern angezogen werden. Doch iſt dabey ebenfalls alle Behut-

hutſamkeit nöthig, und die Electricitäten der Korkkügelchen müſſen eigentlich gleich groß ſeyn.

Sonſt hat Hr Hoffrath Lichtenberg noch den Unterſchied zwiſchen poſitiver und negativer Electricität entdeckt, daß wenn man Harzſcheiben durch Berühren mit iſolirten electriſirten Leitern Electricität mittheilt, und dann die berührten Stellen mit feinem Colophoniumpulver oder Bärlappſamen dünn beſtreuet, dies Pulver verſchiedne Figuren darauf bildet, je nachdem die mitgetheilte Electricität + E oder — E war. Durch erſtere bilden ſich ſternförmige oder ſtrahlende, durch dieſe ringförmige Punkte ohne Strahlen (Man ſehe nov. Comment. ſociet. Goetting. T. VIII. S. 168.)

Eine andere, wiewohl mir wenigſtens zweifelhaft ſcheinende und nur bey größern Graden der Electricität anwendbare Art die entgegengeſetzten Electricitäten zu erkennen, hat Herr Chappe angegeben. Ich habe die Abhandlungen deſſelben nebſt der Zeichnung im Journal der Phyſ. B. I. H. I. S. 153. f. f. Taf. II. in der Ueberſetzung mitgetheilt.

G.

489. §.

Leichte kleine Körper, als Stückchen Papier, Staub oder Sand, Feilſpäne, kleine Metallblättchen, und dergleichen mehr werden vom electriſirten Leiter, wenn ſie ihm nahe kommen, ſchnell angezogen, und bald darauf wieder zurück geſtoſſen. Wenn ſie aus einer leitenden Maſſe beſtehen, ſo wird einem ſolchen kleinen Körper bey der Berührung des Leiters die Electricität deſſelben mitgetheilet. Dies iſt dem allgemeinen Geſetz des 479. §. gemäß: hier muß nur noch ins beſondre bemerkt werden, daß der Leiter dem kleinen Kör-

per

per die poſitive oder negative Electricität mittheile, nachdem er ſelbſt poſitiv oder negativ electriſch iſt. Um die Beobachtungen über dieſe Erſcheinungen des Anziehens und Zurückſtoßens deſto richtiger anzuſtellen, hängt man eine kleine aus Kork oder Holundermark geſchnittene Kugel an einem kleinen Geſtelle vermittelſt eines zarten ſeidenen Fadens auf, damit ſie iſolirt ſey. Kommt man derſelben mit einem electriſirten Körper nahe; ſo wird ſie erſt angezogen, fliehet aber gleich nachher von demſelben weg, und wird nicht nur nicht wieder angezogen, ſondern ſogar in einer ziemlichen Entfernung zurückgehalten.

Ein unelectriſirter leitender Körper ziehet ſie in dieſem Zuſtande ſchnell an, und läßt ſie bald darauf wieder fahren. Doch wird ſie von demſelben nicht eigentlich zurückgeſtoßen: ſie wird nur nicht mehr angezogen, wenn ſie ihre Electricität jenem Körper mitgetheilt hat. Nähert man der electriſirten Kugel aber einen andern electriſirten Körper, deſſen Electricität derjenigen, welche man der Kugel mitgetheilt hat, entgegengeſetzt iſt; ſo wird ſie nicht nur von demſelben ſchnell angezogen, ſondern auch bald darauf wieder zurück geſtoſſen. Allemal fliehet die Kugel den poſitiv electriſirten Körper, ſo lange ſie poſitiv electriſch iſt, und wird vom negativ electriſirten angezogen. Dadurch wird ſie negativ electriſirt, ſie fliehet den negativ electriſirten Körper, und wird wieder von dem poſitiv electriſirten angezogen. Demnach kann man machen, daß eine ſolche kleine Korkku-

gel,

gel, oder was man auch ſonſt für einen kleinen leitenden Körper ſtatt ihrer wählen will, zwiſchen zweyen auf entgegen geſetzte Art electriſirten Körpern eine zeitlang hin und her geworfen wird. Eben den Erfolg kann man auch ſchon zwiſchen einem electriſirten und unelectriſchen nicht iſolirten Körper zuwege bringen.

Um mit dem nützlichen das angenehme zu verbinden, zieht man durch ein ſchwarz gebranntes Stückchen Kork, dem man die Figur einer Spinne giebt, einige zarte Zwirnfäden, welche die Füße vorſtellen, ſo kann man ſie auf die vorhin beſchriebene Art gleichſam beleben. Zwiſchen einer iſolirten und einer andern nicht iſolirten kleinen Glocke, hängt man einen kleinen metallenen Klöppel am ſeidenen Faden auf, darauf electriſirt man die iſolirte Glocke; ſo wird der Klöppel wechſelsweiſe angezogen und zurückgeworfen, und man bringt auf die Art ein electriſches Glockenſpiel zuwege. Man kann zwey auch vier uniſolirte Glocken neben der iſolirten, zwiſchen dieſer aber und jeder von jenen uniſolirten Glocken einen kleinen iſolirten Klöppel hängen: deſto vollſtändiger wird das Glockenſpiel.

Eine kreisrunde metallene Platte, die in der Mitte einen Ring oder Haken hat, läßt ſich mit demſelben am Leiter wagrecht aufhängen, da ſie dann mit dem Leiter zugleich electriſirt wird. In der Entfernung von zwey bis drey Zollen legt man eine andre uniſolirte Metallplatte wagrecht darunter, und kleine aus Goldpapier ausgeſchnittene

tene

tene Puppen darauf; ſo werden dieſe, ſo lange die obere Platte electriſirt wird, ſehr ſchnell von einer Platte zur andern hüpfen. Dergleichen Verſuche kann man zum Vergnügen der Zuſchauer auf mannigfaltige Art abändern.

Dieſer §. enthält eigentlich den ganzen Hauptſchlüſſel zur Erklärung der ſo mannigfaltigen und vielfachen Phänomene der Elecricität, nämlich die Geſetze: daß gleichnämige Electricitäten ſich abſtoßen, und ungleichnamige ſich anziehen. Ich werde aber die Anwendung davon erſt in der Folge machen, und zu Ende des Abſchnitts im Zuſammenhange die auf dieſe einfachen Sätze ſich gründende Theorie vortragen. G.

490. §.

Ein Werkzeug, welches die Stärke der dem Leiter und andern damit verbundenen Körpern mitgetheilten Electricität zu meſſen diente, würde den Namen eines **Electrometers** führen können. Bisher hat man noch kein Werkzeug, welches die Stärke der Electricität im eigentlichen Sinn zu meſſen diente: indeſſen kann man doch auf mehr als eine ſolche Art mit dem Leiter einen ſolchen **Electricitätszeiger** verbinden, welcher dazu dient, nicht allein einigermaſſen von der Stärke, ſondern auch völlig ſicher von der Art der Electricität zu urtheilen, ob ſie poſitiv oder negativ ſey. Hiezu dient ſchon ein zarter leinener Faden, etwa 10 Zoll lang, der ein wenig mit ſchwachen Salzwaſſer iſt befeuchtet worden, und an jedem Ende ein Kork oder Holundermark-Kügelchen hat. Man hängt dieſes kleine Werkzeug bey der

Mitte des Fadens am Leiter auf, wie es die 95
Figur vorſtellet: ſo hängen die Fäden parallel und
die Kügelchen berühren einander, ſo lange ſie un-
electriſch ſind. Wird aber electriſirt, ſo ſtoßen
ſie einander zurück, in eine ſolche Lage, welche die 95.
Figur anzeigt, und die Fäden machen einen deſto Fig.
größern Winkel mit einander, je ſtärker die Ele-
ctricität iſt. Eben dies Electrometer kann man
auch in der Mitte des Fadens an Glas oder ſonſt
etwas nicht leitendes aufhängen, und demſelben
durch Annäherung des electriſirten Körpers die
Electricität mittheilen, da dann die Kügelchen
ſogleich einander fliehen. Nähert man ihnen als-
denn einen Körper, der die entgegen geſetzte Ele-
ctricität hat, ſo fallen ſie gleich zuſammen. Sol-
cher Korkküchelchen bediente ſich Herr **Canton** bey
ſeinen Verſuchen.

Eine Korkkugel allein, die an einem feinen
Stäbchen hängt, dient als Electrometer, wenn 96.
dies Stäbchen oben bey C an einer Säule AB Fig.
an einer zarten leicht beweglichen Axe hängt. Un-
ten wo die kleine Kugel, wenn ſie lothrecht herab
hängt, den Fuß der Säule berührt, muß Metall
oder ſonſt etwas leitendes ſeyn, das man mit dem
Leiter der Maſchine in Verbindung bringen kann,
und welches, wenn es electriſirt wird, die Kugel
mit dem Stäbchen in die geneigte Lage ſtößt.
Oben an der Säule wird ein in Grade getheilter
Halbzirkel, oder nur ein Quadrant aus Elfenbein
angebracht, der in C ſeinen Mittelpunct hat; ſo
dient derſelbe jedesmal den Winkel zu meſſen,

um

um welchen das Stäbchen mit der Korkkugel von der Verticallinie abweicht. Dieſe Einrichtung hat das Quadranten-Electrometer des Herrn Henly. (M. ſ. Cavallo vollſtändige Abhandlung der theoretiſchen und practiſchen Lehre von der Electricität, aus dem Engliſchen, Leipz. 1779, auf der 115 Seite. Dritte Auflage. Leipz. 1785. 8. S. 125).

Außer den hier angeführten Electrometern ſind noch eine Menge andrer ähnlicher Werkzeuge bekannt geworden, um die Stärke der Electricität zu meſſen. Sie können aber alle höchſtens nur dienen, um beurtheilen zu können, ob eine Electricität ſtärker oder ſchwächer ſey, als eine andere; nicht aber die Quantität der Electricität an ſich angeben, wie groß ſie eigentlich ſey. Ich erwähne hier nur noch Adams Electrometer (deſſen Verſuch über die Electricität S. 164.); Achards Electrometer (Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſik B. II. St. I. S. 53. f. f.); de Luc's Fundamentalelectrometer (Neue Ideen über die Meteorologie B. I. §. 398. f. f. Taf. II); Saußure's Electrometer (deſſen Reiſen durch die Alpen Th. III. §. 791. f. f. Taf. II.) und Bonnets ſehr emfindliches Electrometer aus zwey Streifchen Blattgold, (ſ. in meinem Journal der Phyſik B. I. H. 3 S. 380. f. f. die Beſchreibung davon von Hrn. H. R. Boekmann, der auch die Zeichnung mitgetheilt hat).

G.

491. §.

Der Erfolg bey den bisher beſchriebenen Verſuchen und mehrern andern, wovon das weiter folgende Nachricht ertheilen wird, läßt ſich wenigſtens einigermaßen, wiewohl freylich noch nicht in

in allen Stücken ganz befriedigend erklären, wenn man folgende Sätze als Grundſätze annimmt. Das electriſche Feuer iſt als eine zarte flüſſige Maſſe in allen Körpern, womit wir auf der Erde umgeben ſind, in der Erde ſebſt, und in der Atmoſphäre vorhanden. So lange jeder Körper die ihm natürlich zugehörige Menge davon enthält, äußern ſich keine electriſche Erſcheinungen. Wenn aber einige Körper mehr oder weniger electriſches Feuer, als im natürlichen Zuſtande enthalten; ſo ſind ſie electriſirt, und die electriſchen Erſcheinungen äußern ſich nach Beſchaffenheit der Umſtände mehr oder weniger. Alle electriſche Erſcheinungen entſtehen vom Uebergange der electriſchen Materie aus einem Körper in den andern, wodurch die proportionirte Vertheilung derſelben, oder das natürliche Gleichgewicht zuweilen allmählig, zuweilen ſchneller und plötzlich, wieder hergeſtellet wird. Die Elementartheile dieſes electriſchen Feuers ſtoßen einander ſelbſt zurück; ſie werden aber von allen andern Maſſen ſtark angezogen. Ob man übrigens dieſe zarte Maſſe ein electriſches Feuer nennen, oder lieber den allgemeinen Namen, electriſche Materie, electriſches Flüſſige, brauchen will, iſt an ſich gleichgültig. Wenn es wahr iſt, daß es nur ein einfaches Elementarfeuer giebt; ſo ſcheint nichts natürlicher zu ſeyn, als daß man mit Herrn Henly annehme, die electriſche Materie ſey das Elementarfeuer in einem ganz eigenen, bisher nach gar nicht bekannten phlogiſtiſchen Zu-

ſtande. (M. ſ. Cavallo a. a. O. 2ter Th. 2tes Cap. 84 und 85 S. der Ueberſ. dritte Auflage S. 92.). Könnte man dieſe Materie einer chymiſchen Prüfung unterwerfen, ſo wäre daher allerdings ein beträchtlicher Nutzen zu erwarten; (M. ſ. H. Maquer im Dictionaire de Chymie Tom. II. pag. 355. unten die Anmerkung n 1). Alle übrige Vorſtellungsarten von der electriſchen Materie und mehrern andern, womit die phyſiſchen Schriftſteller zum Theil ſo freygebig ſind, dienen vielleicht, ihren Erfindern ein Vergnügen zu machen, wenn ſie in der Meinung ſtehen, als ob ſie dieſe oder jene Naturbegebenheit erklärt hätten: im Grunde aber ſind es Erdichtungen, die man aus der Naturlehre ſchlechterdings verbannen müßte.

Es mag indeſſen mit dieſer electriſchen Materie eine Bewandniß haben, welche es wolle; ſo bleibt doch ſoviel gewiß, daß der Erfolg bey ſehr vielen Verſuchen der bisherigen Vorſtellung von der poſitiven und negativen Electricität ſehr günſtig ſey. Eine glatte Glaskugel electriſirt poſitiv, ſie erhält das electriſche Feuer aus dem Küſſen, und dies würde endlich ganz erſchöpft werden, wenn nicht das Geſtelle der Maſchine und ſelbſt der Theil, welcher das Küſſen trägt, aus einer leitenden Maſſe beſtünde, und wenn nicht vermittelſt derſelben aus dem Fußboden dem Küſſen der Abgang des electriſchen Feuers erſetzt würde. Man kann wirklich vermittelſt der glatten Glaskugel negativ electriſiren, wenn man das Küſſen

ver-

vermittelſt nicht leitender Maſſen an dem Geſtelle befeſtiget, und es auf ſolche Art vollkommen gut iſolirt. Beym Umlauf der Kugel wird alsdenn das Küſſen negativ electriſirt, wenn man den erſten Leiter, welcher ſonſt iſolirt ſeyn muß, nun mit leitenden Maſſen verbindet. Wenn ferner gegen das Küſſen ein andrer iſolirter Leiter eben ſo geſtellet, und alles übrige dabey ſo angeordnet wird, wie es ſonſt ſeyn muß, wenn der iſolirte Leiter die Electricität von einer umlaufenden Electriſirkugel aufnehmen ſoll; ſo wird dieſer iſolirte Leiter, und alles, was mit ihm in Verbindung iſt, negativ electriſirt.

492. §.

Das electriſche Licht zeigt ſich in einem Raum der ſehr verdünnte, oder gar keine Luft enthält, vorzüglich ſchön, und man kann dergleichen Erſcheinungen auf mehr als eine Art zuwege bringen. Man hat leuchtende Barometer, welche die Eigenſchaft haben, daß im Dunkeln oben in der Torricellianiſchen Leere Blitze erſcheinen, wenn man die Röhre nur etwas bewegt, ſo daß das Queckſilber darin abwechſelnd auf und nieder ſteigt, mithin die Röhre inwendig reibt. Solche Künſtler, die mit dem Glasſchmelzen umzugehen wiſſen, können in einer Glasröhre von 18 bis 24 Zoll Länge, und 2 bis 3 auch wohl mehr Linien im Durchmeſſer, durch die Hitze, beſonders wenn Queckſilber bis zum Sieden darin erhitzt wird, die Luft ſtark verdünnen, und alsdenn die Röhre zu

ſchmelzen. Wenn in der Röhre alsdenn ein wenig Queckſilber eingeſchloſſen bleibt, ſo bringt man die Röhre ſchon dadurch im dunkeln zum Blitzen, wenn man das Queckſilber von einem Ende zum andern laufen läſſet. Noch weit ſchöner iſt die Erſcheinung, wenn man das eine Ende der Röhre in der Hand hält, und das andre dem electriſirten Leiter nähert. Die Röhre wird alsdenn mit einem Licht durchſtrömt, welches den ſtrahlenden Säulen des Nordlichs überaus ähnlich iſt: auch blitzt ſie noch eine zeitlang fort, wenn man ſie gleich vom electriſirten Leiter ſchon entfernt hat.

Man kann eine noch längere und im Durchmeſſer einige Zoll weite Röhre ſo einrichten laſſen, daß man im innern Raum die Luft mit der Luftpumpe verdünnen kann. Alsdenn muß das eine Ende, wenn es nicht mit Glaſe verſchloſſen iſt, eine meſſingene Kappe haben, und an das andre Ende ein Hahn, oder ſtatt deſſen ein Ventil mit einer Schraube ſo angebracht ſeyn, daß man es auf der Luftpumpe anſchrauben kann. Eine ſolche Röhre kann auch die Einrichtung erhalten, daß ſie als ein leuchtender Leiter dient. (M. ſ. Cavallo a.a. O. III. Th. 6 Cap. 6 Verſuch 152 S der Ueberſ. dritte Auflage S. 162.) In der verdünnten Luft unter einer gläſernen Glocke, wie man ſie ſonſt auf dem Teller der Luftpumpe braucht, die aber recht rein und trocken ſeyn muß, erſcheint das electriſche Licht ebenfalls ſehr ſchön, wenn man oben einen ſtarken Drat

luft=

luftdicht durchgeſteckt hat, der ſich unten in eine eben nicht ſehr ſcharfe Spitze in der verdünnten Luft endiget, oben aber außerhalb der Glocke einen Knopf hat. Jeder Funke, den man aus dem electriſirten Leiter in den Kopf ſchlagen läſſet geht alsdenn als ein dichter und ſtarker Lichtklumpe aus der Spitze des Draths durch den innern Raum der Glocke in den Teller der Luftpumpe.

Die Einrichtung kann ſo gemacht werden, daß auch bey dieſem Licht in der verdünnten Luft der Unterſcheid der poſitiven und negativen Electricität kennbar wird. Statt der Spitze bringe man 97.
unten am Drat in dem Raum unter der Glocke Fig.
eine recht glatt polirte metallene Kugel an, und mitten im Teller EF der Luftpumpe ſey ein kurzer metallener Stab oben mit einer gleichen und ähnlichen Kugel ſo geſtellt, daß beyde Kugeln wenigſtens vier Zoll weit von einander entfernt bleiben. Wird nun, nachdem die Luft unter der Glocke verdünnt iſt, der obere Drat bey D mit einem Leiter verbunden und poſitiv electriſirt; ſo zeigt ſich die untere Hälfte der obern Kugel A im Dunkeln mit einer leuchtenden Atmoſphäre umgeben, und die untere Kugel B zeiget gar kein Licht. Wenn dagegen die obere Kugel A auf eben die Art aber negativ electriſirt wird, ſo erſcheint die obere Hälfte der untern Kugel mit einem glänzenden Licht umgeben, und die obere negativ electriſirte Kugel glänzt gar nicht. M. ſ. Cavallo a. a. O. 6 Cap. 9 Verſ. 156. 157. S. dritte Auflage S. 166). Mancherley andre Verſuche

um das electriſche Licht in der verdünnten Luft darzuſtellen, hat H. Hartmann beſchrieben unter dem Titel: **Electriſche Experimente im luftleeren Raume.** Hannover 1766.

493. §.

Eine ebene Glastafel, auch jedes gläſerne Gefäß, das aus nicht ſehr dicken Glaſe beſtehet, wenn beyde Flächen des Glaſes mit einer leitenden Maſſe jedoch ſo belegt ſind, daß dieſe Belegungen einander nicht allzu nahe kommen, und auf beyden Seiten vom Rande der Tafel oder des Gefäßes wenigſtens einen auch wohl 2 bis 3 Zoll weit entfernt bleiben, heißt eine **Verſtärkungstafel**, wenn es eine belegte Glastafel iſt, oder wenn es ein Gefäß iſt, eine **Verſtärkungsflaſche**. Die Urſache der Benennung iſt, weil man vermittelſt derſelben die electriſchen Blitze und Schläge an-
99. ſehnlich verſtärken kann. Es ſtelle ABCD ein glä-
Fig. ſernes cylindriſches Gefäß vor, welches oben offen, und ſo weit iſt, daß man mit der Hand hinein kommen kann: ſo kann man ohne Schwierigkeit die innere Glasfläche mit Stanniol oder andern dünnen Metallblättern belegen, die mit Gummiwaſſer daran befeſtiget werden. Ob nun gleich an ſich weiter nichts nöthig iſt, weil es bey den damit anzuſtellenden Verſuchen nur darauf ankommt, daß der innern Belegung die Electricität mitgetheilt werde; ſo dient es doch zur Bequemlichkeit des Gebrauchs der Flaſche, wenn man mit der innern Belegung einen Leiter auf folgende

Art

Art verbindet. Man füllet die Flaſche ſo hoch als die innere Belegung aufgetragen iſt, die wenigſtens noch einen Zoll vom oberſten Rande der Flaſche entfernt ſeyn muß, mit reinen Meſſing- oder Eiſenfeilſpänen, ſtellet in der Mitte eine blecherne, oder noch beſſer eine zinnerne oder meſſingene Röhre, als Leiter hinein, und füllet den übrigen Raum in der Flaſche mit geſchmolzenen Harze oder Pech aus, damit die leitende Röhre, wenn dieſer Ueberguß kalt geworden iſt, darin feſt ſtehe. Der leitenden Röhre, ſoweit ſie aus der Flaſche hervorraget, giebt man wohl die Form eines Kreuzes oben mit einer Kugel F, auch wohl mit noch einer H an dem einen Seitenarm, um Funken daraus ſchlagen zu laſſen. An dem andern Seitenarm bey G wird ein Haken gemacht, damit man ein Stück Kette dran hängen, und ſo die innere Belegung mit dem Leiter der Electriſirmaſchine in Verbindung bringen könne. Wenn bey G ein Quaſt von Metallfäden oder Flittergold angebracht iſt, ſo kann man die Flaſche unmittelbar gegen die Electriſirkugel ſtellen, oder was ſonſt ihre Stelle vertritt, und Electricität mittheilen kann. Von außen wird die Flaſche eben ſo hoch, als von innen mit Stanniol oder ganz dünnen Metallblättern belegt, und um dieſe Belegung deſto ſicherer unbeſchädigt zu erhalten, ſtellt man die Flaſche in eine Büchſe von Blech, die eben ſo hoch iſt, als die Belegung reicht, und worin die Flaſche möglichſt genau paſſet. An dieſer äußern blechernen Büchſe wird unten bey C, oder wo

man es ſonſt am bequemſten findet, noch ein Ring oder Haken angebracht, damit man eine Kette dran hängen könne.

Man kann die Flaſche ſtatt der innern Metallbelegung, ſo hoch als dieſe ſonſt reichen würde, mit Waſſer füllen, und wenn ſie eine enge Oefnung hat, durch einen Kork der dieſe Oefnung ſchließt, einen Drath ſtecken, der ſtatt der leitenden Röhre, und wenn ein Haken daran gebogen iſt, die innere Belegung (hier alſo das Waſſer) mit dem Leiter der Maſchine zu verbinden dient. Wenn alsdenn ein Menſch die Flaſche in der Hand hat, ſo vertritt ſeine leitende Hand die Stelle der äußern Belegung. Stellt man die Flaſche in ein weiteres Gefäß mit Waſſer, ſo dient das Waſſer auch ſtatt der äußern Belegung. Hat man aber nicht ſonſt beſondere Gründe, ſo iſt es beſſer, das Waſſer bey dieſen Verſuchen zu vermeiden, damit nicht unverſehens etwas, das trocken bleiben muß, naß und ſolches andern Verſuchen hinderlich werde.

Ein nothwendiges Erforderniß bey den belegten Glastafeln und Flaſchen iſt es, daß die Belegung Continuität habe, recht glatt und eben, und ohne hervorragende Ränder und ſcharfe Ecken ſey. Dies wird nun durch das in die Flaſche geſchüttete Eiſenfeil nicht erhalten; weswegen man auch jetzt bloß mit Stanniol belegte Zuckergläſer vorzieht. Bey großen Flaſchen muß der Rand wenigſtens mehrere Zoll frey und unbelegt bleiben; um aber das Anhängen der Feuchtigkeit an dieſem Rande zu verhindern, welche die Belegungen in leitende Verbindung ſetzen würde, über-

überzieht man ihn auch mit Firniß, und reibt ihn jedesmal vor den Gebrauch der Flaſche trocken ab.

Statt des Glaſes kann jeder andere nicht leitende Körper dienen, wenn er nur nicht zu dick iſt, und ſeine beyden gegen einander überliegenden Flächen mit leitender Materie belegt und die Ränder der Belegung einander nicht zu nahe ſind. G.

494. §.

Man bringe die innere Belegung mit dem Leiter der Maſchine in Verbindung, hänge auch an der äußern Belegung eine uniſolirte Kette, oder bringe die äußere Belegung nur ſonſt mit leitenden Maſſen in Verbindung, und electriſire: ſo wird die innere Belegung poſitiv electriſirt werden, wenn man glattes Glas zum electriſiren braucht. Hat man das Korkelectrometer am erſten Leiter aufgehängt, ſo werden ſich die Kugeln langſamer von einander entfernen, als beym electriſiren des Leiters allein ohne Verbindung mit der Flaſche. Wenn endlich das Electrometer eine ſo ſtarke Electricität anzeigt, als die Maſchine ſonſt dem Leiter allein ohne Verbindung mit der Flaſche mittheilen kann; ſo iſt die Flaſche geladen, wie man ſich bey dieſem Verſuch ausdrückt, und eine Verſtärkungstafel wird auf ganz ähnliche Art geladen.

Man nähere das Ende der mit der äußern Belegung verbundenen Kette, die man uniſolirt mit der Hand angreifen kann, dem Drat oder der Röhre die mit der innern Belegung verbunden iſt, oder einer von den daran befindlichen Kugeln, oder

auch dem Leiter der Maſchine ſelbſt, ſo lange er noch mit der innern Belegung der Flaſche in Verbindung iſt: allemal wird ein ſehr ſtarker Funke, wie ein kleiner Feuerball mit einem lauten Gepraſſel herausſchlagen.

Nimmt man die mit der äußern Belegung verbundene Kette in der einen Hand und zieht mit der andern Hand aus der innern Belegung den Funken; ſo empfindet man in allen Gelenken der Arme und Hände, auch in der Bruſt eine ſtarke Erſchütterung, davon ſich ſchwerlich jemand einen Begriff machen kann, der ſie nicht ſelbſt gefühlt hat. Wenn mehrere Perſonen einander die Hände geben, und die erſte die mit der äußern Belegung verbundene Kette in der Hand nimmt, die letzte aber aus der innern Belegung den Funken ziehet, ſo fühlen alle den Schlag, ſoviel man urtheilen kann, zu gleicher Zeit, und das iſt der ſeit dem Jahr 1745 ſo berühmt gewordene **Erſchütterungs-Verſuch**, der von den Erfindern auch der **Kleiſtiſche**, oder der **Muſſchenbröckiſche**, von dem Ort der Erfindung der **Leidenſche** Verſuch heißt. Der Verſtärkungsflaſche legt man eben die Namen bey, welche ſich auf die Erfindung beziehen, und die Geſchichte dieſer Erfindung findet man umſtändlich erzählt in **Prieſtleys Geſchichte der Electricität, aus dem Engliſchen überſ. vom Hrn. Krünitz Berlin und Stralſund** 1772, **VIII. Periode 1 Abſch.** 53 u. f. S.

495. §.

495. §.

Beym electriſiren der innern Belegung wird ſehr viele electriſche Materie in die innere Flä-che der Glaſes gedrängt, dieſe treibt eine glei-che Menge der natürlich im Glaſe enthaltenen electriſchen Materie auf der Außenſeite heraus, weil ihre zurückſtoßende Kraft auch durchs Glas wirket: dieſerwegen wird die Außenſeite des Gla-ſes negativ electriſch. Wird hiernächſt eine voll-ſtändige leitende Verbindung zwiſchen der äußern und innern Fläche des Glaſes gemacht; ſo ſchlägt die überflüſſige in der innern Seite des Glaſes angehäufte electriſche Materie mit großer Gewalt durch dieſe leitende Verbindung nach der Außen-ſeite des Glaſes hinüber, und daher entſteht der ſtarke Funke und die Erſchütterung. So wird die Sache einigermaßen begreiflich, und der Er-folg iſt wenigſtens ſo, als wenn es mit der Sache dieſe Bewandniß hätte. Man kann die äußere Belegung iſoliren, und poſitiv electriſiren, ſo wird die innere Seite des Glaſes negativ, wenn ſie mit leitenden Maſſen in Verbindung iſt. Iſt die innere Belegung mit einem Leiter in Verbin-dung, der negativ electriſirt wird, ſo wird die Außenſeite des Glaſes poſitiv, und in allen Fäl-len wird die Flaſche geladen.

496. §.

Ein Verſuch, deſſen Erfolg mit dieſer Vor-ſtellung von der Sache und mit den oben feſtge-ſetzten Kennzeichen der poſitiven und negati-

ven

den Electricität ſehr wohl übereinſtimmend ausfällt, läßt ſich ſo anſtellen. Man läſſet ein zum Ausladen der Flaſche dienliches Werkzeug unter dem Namen des **Ausladers** auf folgende Art einrichten. Es iſt A ein gläſerner Handgriff,
98. Fig. B, B, ſind zweene Stücke von ſtarken krumm gebogenen Drath, die ſich um das Charnier C drehen laſſen, welches mit einer meſſingenen Kappe des gläſernen Handgriffes verbunden iſt. Die Dräthe ſind zugeſpitzt, und auf den Spitzen ſtecken Kugeln D, D, die man abſchrauben kann. Wird nun die eine Kugel erſtlich an die äußere Belegung der Flaſche, und hiernächſt die andere Kugel an den mit der innern Belegung verbundenen Knopf gebracht; ſo erfolgt die Entladung mit einem Schlage. Wenn man aber ſtatt der Kugeln die Spitzen ſo braucht, ſo erfolgt die Ausladung allmählich ohne Schlag. Die Spitze welche der poſitiven Belegung genähert iſt, erſcheint glühend, oder mit einem Stern erleuchtet: an der andern aber, welche der negativen Belegung nahe gebracht iſt, erſcheint der coniſche Feuerbüſchel.

497. §.

Die geladene Flaſche behält ihre Electricität eine ziemlich lange Zeit, wenn nur der mit der innern Belegung verbundene Drath, oder die Röhre, welche ſtatt des Draths dient, recht glatt, und von allen Ecken und Spitzen frey iſt. Man kann den Drath in eine Glasröhre kütten, und ihm dadurch die Einrichtung geben; daß er aus

der

der Flaſche ohne ſie zu entladen, weggenommen, auch wieder herein geſteckt werden kann. Eine ſo eingerichtete Flaſche kann man geladen bey ſich tragen. (Cavallo a. a O. IV. Th. 1 Cap. 235. S. neue Ausg. S. 275.)

Wenn man die Flaſche iſolirt, ſo kann zwar die innere Belegung electriſirt, aber die Flaſche nicht geladen werden. Sobald aber die äußere Belegung der ſonſt iſolirten Flaſche vermittelſt einer Kette mit andern leitenden Maſſen in Verbindung gebracht wird, ſobald wird auch die Flaſche geladen. Stellt man die iſolirte Flaſche unter dem Leiter der Maſchine ſo, daß der Kopf des mit der innern Belegung verbundenen Draths etwa einen halben Zoll weit vom Leiter entfernt bleibt, und hält überdem ein glattes leitendes Stück Metall ebenfalls etwa ½ Zoll weit von der äußern Belegung entfernt: ſo wird die Flaſche durch blitzende Funken geladen, die nach und nach in den Kopf des Draths ſchlagen. So oft ein ſolcher Funke ſchlägt, geht auch aus der äußern Belegung ein Funke in das dagegen geſtellte leitende Stück Metall über.

Hat die Maſchine ein iſolirtes Küſſen, ſo kann man die an der äußern Belegung der iſolirten Flaſche hängende Kette mit dem iſolirten Küſſen verbinden; alsdenn wird die Kette vielleicht noch geſchwinder als ſonſt mit ihrer eigenen electriſchen Materie geladen. Stellt man mehrere iſolirte Flaſchen nach einander ſo hin, daß eine Kette von der äußern Belegung der erſten mit der

innern

innern Belegung der zweyten, und eben ſo die äußere Belegung einer jeden mit der innern Belegung der folgenden zuſammenhängt, bis endlich die äußere Belegung der letztern mit andern leitenden Maſſen in Verbindung iſt; ſo kann man alle zugleich laden.

498. §.

Von dieſer Einrichtung iſt jedoch diejenige Verbindung mehrerer Flaſchen unterſchieden, welche man eine **electriſirte Batterie** nennt. Man verbindet die innere Belegungen mehrerer Flaſchen unter ſich ſo, daß ihnen die Electricität von dem erſten Leiter zugleich unmittelbar zugeführt wird; auch verbindet man eben ſo ihre äußern Belegungen durch leitende Ketten, damit alle zugleich entladen werden können, und alle zuſammen als eine einzige Flaſche wirken. Nähere Beſchreibungen davon giebt **Cavallo** a. a. O. 3 Th. 3. Cap. 118. S. neue Ausg. S. 128. auch **Prieſtley** in der **Geſchichte der Electricität**, V. Th. 1 Abſch. 342 S. der Ueberſ. Daß die Wirkung einer ſolchen Batterie anſehnlich ſtark ſeyn müſſe, wird man ſchon von ſelbſt vermuthen. Man ſchmelzt Drath vermittelſt des Schlages, verurſachet Entzündungen, wozu der gewöhnliche Funke nicht hinreichen würde, und tödtet Thiere, wenn man ſie in den Erſchütterungskreis bringt. M. ſ. **Prieſtley** a. a. O. VIII. Th. 8 Abſchn. 428. u. f. S.

499. §.

Den Raum um einen electriſirten Körper, in welchem er ſeine Wirkung äußert, nennt man ſeine electriſche Atmoſphäre, ohne daß man dabey eben vorausſetzt, daß dieſer Raum mit electriſcher Materie erfüllt ſey. Es iſt eine bequeme Redensart, welche dazu dient, daß man ſich kurz ausdrücken kann: indeſſen könnte man auch eben ſo gut das Wort: **Wirkungskreis**, brauchen. Die Herren **Canton**, **Franklin**, **Wilke**, **Aepinus**, **Beccaria**, glauben, daß aus vielen Verſuchen, welche ſie angeſtellet haben, die nachſtehende Regel folge: **Körpern, die in den Wirkungskreis eines electriſirten Körpers gebracht werden, wird dadurch eine Electricität mitgetheilt, die der Electricität des Körpers entgegen geſetzt iſt, in deſſen Wirkungskreiſe ſie ſich befinden.** (M. ſ. **Prieſtleys Geſchichte der Electricität** 1 Th. V Abſch 154 u. f. S.)

Ein Verſuch, der die Regel erläutert, läßt ſich ſo anſtellen. Man iſolire eine metallene Stange AB mit abgeſtumpften Enden, die etwa zwey Fuß lang iſt, in horizontaler Lage; hänge an das eine Ende A das Cantonſche Electrometer, und bringe gegen das andere Ende B eine geriebene Glasröhre, oder ſonſt einen poſitiv electriſirten Körper, bis auf eine Entfernung von einigen Zollen. Bey Annäherung dieſer Glasröhre gehen die Kugeln auseinander, und jeder andre poſitiv electriſirte Körper ſtößt ſie zurück: 95. Fig.

dem=

demnach ſind die Korkkugeln ſelbſt poſitiv electriſirt. Nimmt man bey B die Glasröhre weg, ſo fallen die Kugeln zuſammen, und hören auf electriſch zu ſeyn.

Durch Annäherung der Glasröhre wird die dem Ende B der Stange zugehörige electriſche Materie nach A getrieben, und poſitiv electriſirt, aber das Ende B wird negativ. Bey Entfernung der Glasröhre von B vertheilt ſich ſogleich die electriſche Materie wieder gleichförmig durch die Stange, und eben dadurch fällt die Electricität weg. Wenn dagegen vor Entfernung der Glasröhre von B das Ende A mit einer leitenden Maſſe berührt wird, ſo fallen zwar die Korkkugeln auch zuſammen: allein wird hiernächſt auch die Glasröhre von B entfernt, ſo gehen ſie mit negativer Electricität auseinander. Denn ein Theil der electriſchen Materie, welche der Stange im natürlichen Zuſtande gehört, iſt durch die Berührung bey A abgeleitet, und bey Entfernung der Glasröhre von B vertheilt ſich der Ueberreſt durch die Stange gleichförmig: alſo enthält ſie im ganzen nun weniger electriſche Materie als im natürlichen Zuſtande.

Wenn man ſtatt der geriebenen Glasröhre eine geriebene Siegellackſtange, oder ſonſt einen negativ electriſirten Körper wählt, ſo erſcheinen an der Stange und an den Korkkugeln allemal die gerade entgegengeſetzte Electricitäten. Soll der Verſuch gelingen, ſo muß die metallene Stange keine ſcharfe Ecken oder Spitzen haben, und über-

überall recht glatt, beſonders auch an den Enden recht rund und glatt ſeyn.

500. §.

Nach eben dieſen Geſetzen ſcheint die Wirkung des vom Herrn Volta im Jahr 1775 erfundenen oder wenigſtens auf ſeine Veranlaſſung ſeit der Zeit ſehr allgemein bekannt gewordenen Electrophors zu erfolgen. Eine metallene, oder ſonſt eine andere aus einer leitenden Maſſe verfertigte Scheibe verbindet man mit drey oder vier ſeidenen Schnüren ſo, daß man ſie an dieſeu Schnüren horizontal hängend erhalten kann. Dieſe leitende Scheibe ſtellet man mitten auf einen kreisförmigen durch Reiben mit Flanell Haſen- oder Katzenpeltz electriſch gemachten Harz- oder Schwefelkuchen, der einen etwas größern Durchmeſſer, als die leitende Scheibe hat, berührt darauf mit einem Finger dieſe Scheibe, und zieht ſie gleich darauf mit den ſeidenen Schnüren von der Harzſcheibe weg in die Höhe. Schon bey der Berührung mit dem Finger entſteht ein Funke: nachdem man aber die Scheibe in die Höhe gezogen hat, iſt ſie poſitiv electriſch, und ſie ſchlägt wie ſonſt ein electriſirter Leiter bey der Berührung mit dem Knöchel einen blitzenden Funken. Dies Verfahren kann man ſehr vielmal nach einander wiederholen, ohne daß es nöthig iſt, die Harzſcheibe von neuen zu reiben. Das hat den Namen des beſtändigen Electricitätträgers veranlaſſet, beſonders auch um deßwillen,

len, weil der Harz oder Schwefelkuchen oft mehrere Tage nach einander electriſirt bleibt. Jedoch muß der Electrophor in einem trocknen mäßig warmen Zimmer ſtehen, damit alles recht trocken ſey. Der Effect wird allemal anſehnlich verſtärkt, wenn man den Harz oder Schwefelkuchen vor dem Reiben im Sommer an der Sonne, im Winter gegen einen mäßig geheizten Ofen erwärmt, auch hiernächſt mit warmen Pelzwerk reibt. Alsdenn genügt es ſchon, wenn man nur einige wenige mal mit dem Pelzwerk gelinde darüber wegfährt. Läßt man die Funken aus der leitenden Scheibe in einen wie ſonſt gewöhnlich iſolirten Leiter ſchlagen, ſo wird derſelbe dadurch electriſirt, und eine Verſtärkungsflaſche wird bald geladen, wenn man mehrere Funken nacheinander in die innere Belegung ſchlagen läſſet.

501. §.

Indem man die leitende Scheibe auf den negativ electriſirten Harzkuchen ſetzt, wird die in derſelben natürlich enthaltene electriſche Materie gegen ihre untere Fläche gelockt, und der obern entzogen. Der berührende Finger erſetzt der obern Fläche der leitenden Scheibe dieſen Mangel, und daher kommt es, daß die Scheibe ſobald man ſie gleich nach dem Berühren mit den ſeidenen Schnüren in die Höhe gezogen hat, poſitiv electriſch iſt. Wofern dieſe Vorſtellung davon, wie es mit dem Erfolg zugehe, richtig iſt; ſo folgt, daß ſtatt des Harzkuchens auch eine geriebene Glasſcheibe die-

dienen könne: nur wird alsdenn die leitende Scheibe, nachdem man ſie hinauf gezogen hat, negativ electriſch ſeyn. Ein Hauptumſtand iſt jedoch bey dieſen Verſuchen, daß der Harzkuchen, oder ſtatt deſſen die Glasſcheibe nicht iſolirt ſeyn muß, weil ſonſt nur ſchwache, oder gar keine Funken kommen. Will man den Harzkuchen etwas groß haben, ſo gießt man die Maſſe in eine recht genau wagrecht geſtellte metallene Schüſſel, und läßt ſie darin kalt werden. In dieſer Schüſſel bleibt alsdenn der Kuchen liegen, ſo iſt er uniſolirt, wenn die Schüſſel mit demſelben auf einem leitenden Tiſch, oder etwas dergleichen ſtehet. Aus den bisher angenommenen Geſetzen, nach welchen die electriſchen Erſcheinungen ſonſt mit der Erfahrung ziemlich übereinſtimmig erfolgen, erhellet es eben nicht vollkommen einleuchtend, warum es nothwendig iſt, daß die für ſich electriſche Scheibe uniſolirt ſey. H. Cavallo trägt in ſeiner ſchon angeführten **Abhandlung der theoretiſchen und practiſchen Lehre von der Electricität**, die Theorie vom Electrophor eben ſo vor, ſcheint aber auch die zuletzt erwehnte Schwierigkeit dabey zu fühlen. M. ſ. a. a. O. die 259. 262. und 264. S. 3. Ausg. S. 295 — 317. der Ueberſetzung.

Es ſind zu dem Electrophor ganz und gar keine beſondern gemiſchten Harzcompoſitionen nothwendig, ſondern bloßes Pech iſt hinreichend, dem man durch etwas zugeſetzten Terpenthin die Sprödigkeit in der Kälte benimmt. Es iſt aber ſchlechterdings nöthig,

 daß

daß der Harzkuchen eine leitende Unterlage habe, welche die Form, der Teller oder die Schüſſel heißt. Am beſten iſt ſie freylich aus Metall; ſonſt kann man ſie auch von Holz machen laſſen, welches man, um ihm mehr Leitung zu geben, mit Stanniol auswendig und inwendig überzieht, und auch wohl noch eine metallene Kette daran befeſtigt, die bis auf die Erde reicht. Ein Hauptumſtand iſt es, daß der Kuchen nicht zu dick ſey; am beſten iſt die Dicke von $2\frac{1}{2}$ Linie. Uebrigens muß das Harz recht glatt und eben ſeyn, und die Form muß keine hervorragende ſcharfe Kanten und Spitzen haben. Der Deckel muß auch recht gut abgerundet, gehörig leitend, und im Durchmeſſer nach Beſchaffenheit ſeiner Größe mehrere Zolle kleiner ſeyn, als der Kuchen. — Die Schwierigkeit, welche der Hr. Verf. bey der Erklärung der Erſcheinungen des Electrophors findet, laſſen ſich allerdings durch das im §. 499 angeführte Geſetz leicht heben, wie in der Folge erhellen wird.

G.

502. §.

Obgleich nur fünf Jahre verfloſſen ſind, ſeitdem der Electrophor allgemein bekannt geworden iſt; ſo hat doch derſelbe die Liebhaber der Naturlehre ſehr häufig beſchäftiget: es ſcheint, als wenn der Verſuche ſoviel werden, daß es äußerſt ſchwer werden dürfte, das wirklich lehrreiche von dem überflüſſigen abzuſondern, um endlich die ganze Sache auf einige allgemeine leicht zu überſehende Grundſätze zurück zu führen. In einem ſo kleinen Handbuche, wie das gegenwärtige iſt, können nur noch die vornehmſten Schriftſteller genannt, und ihre Bemühungen kurz angezeiget werden. Vorzüglich gehören hieher die ins Große

ge-

gehenden Verſuche, welche H. Prof. **Lichtenberg** mit einem Electrophor angeſtellet hat: die Harzſcheibe hatte 6 Pariſer Fuß, die obere leitende Scheibe 5 Pariſer Fuß im Durchmeſſer, und aus dieſer letztern ſchlugen 14 bis 15 Zoll lange völlig dem Blitz ähnliche Funken. Man ſehe davon die Abhandlungen: *Lichtenbergii*, de nova methodo naturam ac motum fluidi electrici inveſtigandi, commentatio prior, in den Novis Commentar. Soc. Reg. Scient. Goett. Tom. VIII. ad A. 1777. Pag. 168, und Commentatio poſterior im Tomo I. Commentat. Societ. Reg. Scient. Goett. Claſſis Mathem. Tom. I. ad A. 1778.

Vom Herrn Rath und Profeſſor **Schäffer** hat man drey hieher gehörige Druckſchriften unter folgenden Titeln: **Abbildung und Beſchreibung des beſtändigen Electricitätträgers**, **wobey einige neue Verſuche und deren ſonderbare Erfolge Naturkündigern und Freunden der Electricität zu genauer Prüfung empfohlen werden**, Regensb. 1776. **Kräfte, Wirkungen und Bewegungsgeſetze des beſtändigen Electricitätträgers**, als eine Beſtätigung und Aufklärung der mit demſelben anfänglich und neuerlich gemachten Verſuche. Ebendaſ. in eben dem Jahr. **Fernere Verſuche mit dem beſtändigen Electricitätträger**, nebſt Beantwortung einiger dagegen gemachten Einwürfe. Ebendaſ. 1777. Die Verſuche kommen gröſtentheils darauf an, daß allerley wie Pendel an Schnüren oder Ket-

ten hängende Körper in eine Schwungbewegung kommen, wovon der Electricitätträger die Urſache ſeyn ſoll. Nicht aber nur kleine Körper einige Loth oder Unzen ſchwer, mehrere Centnerſchwere Körper, ſoll der Electrophor in eine ſolche Schwungbewegung ſetzen. Alle dieſe ganz unerwartete Wirkungen ſollen erfolgt ſeyn wenn H Schäffer die Hand, oder nur einen Finger, oben auf die Schnur oder die Kette gelegt hat. Ja der Electricitätträger ſoll ſogar die Kraft dergleichen Schwungbewegungen zu verurſachen, Stühlen, Tiſchen, Büchern, Steinen, Gläſern, kurz jedem andern Körper mittheilen, darauf er nur eine kurze Zeit geſtanden hat. Den allermeiſten übrigen Naturforſchern haben dergleichen Verſuche nicht gelingen wollen; ja mir iſt es bisher von keinem einzigen mit Zuverläſſigkeit bekannt. H. Canzleyrath und Hofmedicus Heinze in Oldenburg ließ im Jahr 1777 eine kleine Schrift unter dem Titel drucken: **Neue electriſche Verſuche mit der vom H Doctor von Marum erfundenen neuen Electriſirmaſchine und dem vom Hrn D. Schäffer bekannt gemachten Electricitätträgers in einem Schreiben an H. Juſtizrath Gondela.** Aus einer Stelle ganz unten auf der zweyten Seite dieſes Schreibens ſollte man wohl ſchließen, als wären dem Herrn Heinze die vornehmſten Schäfferſchen Verſuche, auch die mit Erregung der Schwungbewegungen, insgeſammt gelungen; es findet ſich aber davon weiter keine beſtimmte Anzeige.

Eine

Eine lehrreiche hieher gehörige Abhandlung vom Herrn Hemmer unter dem Titel: **Zergliederung des beſtändigen Electricitätträgers** ſtehet in der Hiſtoria et Commentationes Academiae Electoralis Scient. et Eleg. Litt. Theodoro-Palatinæ Vol. IV. Phyſicum, pag. 94. ſqq. Die bekannten Wirkungen des Electricitätträgers werden aus den Gründen erklärt, die hier im 501. §. angezeigt ſind, und im 11. §. des angeführten Aufſatzes, auch ganz am Ende, verſpricht H. Hemmer, in einer beſondern Schrift vom Werth oder Unwerth der Schäfferſchen Verſuche umſtändlich zu handeln. Mit der Theorie vom Electrophor, ſo wie ſie H. Hemmer den ſchon erwehnten Gründen gemäß vorträgt, ſtimmt auch H. Socin überein in der Achten Vorleſung ſeiner **Anfangsgründe der Electricität, Hanau 1777.**

503. §.

Alle trockene Maſſen aus dem Thier- und Pflanzenreiche, als Federn, Wolle, Haare, trockene Leinwand, wollenes Tuch, und dergleichen mehr, ſind für ſich electriſch, und können durchs Reiben electriſirt werden. Wenn alſo trockene Glanzleinewand oder wollenes Tuch in einem Rahmen ausgeſpannt, im Winter am Ofen, im Sommer an der Sonne erwärmt, und hiernächſt mit warmen Haſen oder Katzenpelz gerieben wird; ſo zeiget ſich nicht allein im Dunkeln das electriſche Licht ſehr lebhaft, ſondern man kann auch einem gewöhnlichen Leiter wie ſonſt mit der Electriſirku-

gel die Electricität mittheilen, und Verſtärkungsflaſchen laden. Wird der Rahmen mit der Leinewand oder dem wollenen Tuch in wagrechter Stellung unterſtützt, und eine leichte aus Pappe verfertigte, mit Goldpapier oder Stanniol überzogene leitende Scheibe gebraucht, damit das im Rahmen ausgeſpannte Zeug nicht zu ſehr gedrückt werde: ſo hat man einen Electrophor. H. Joſeph **Weber** nennt ihn **Luftelectrophor**, weil bey den Verſuchen nur der Rahm unterſtützt ſeyn, die Leinwand oder das wollene Tuch aber frey liegen, und die Luft berühren muß. Wenn man das einzige ausnimmt, daß man eine ſo ſtarke Erregung der Electricität von einem ausgeſpannten, erwärmten und geriebenen Stück Leinwand, oder Tuch eben nicht würde vermuthet haben; ſo iſt der Erfolg der Weberſchen Verſuche nicht unerwartet. Es ſtehet davon ein Aufſatz im 1 Bande der **Neuen Phil. Abhandlungen der Bayerſchen Acad. der Wiſſenſchaften**, und eben die Abhandlung iſt auch beſonders unter dem Titel gedruckt: **Webers Beſchreibung eines neuen Luftelectrophors und vieler Verſuche mit demſelben, Augsb. 1779.** Auch hat man eine andre Auflage, die zu Ulm 1779 herausgekommen und mit einem Anhange von Zubereitung der brennbaren Luft vermehrt iſt.

504. §.

Man muß bey den electriſchen Verſuchen nothwendig einige Grundregeln als Geſetze anneh-

men,

men, nach welchen ſoviel wir urtheilen können, die electriſchen Erſcheinungen erfolgen: ſonſt verwirret man ſich, und iſt nicht im Stande den Erfolg irgend eines Verſuchs ſicher vorherzuſehen. Dabey kann man es ganz unentſchieden laſſen, wie es eigentlich damit zugehe. Die Geſetze von der gradlinichten Ausbreitung des Lichts, der Zurückwerfung deſſelben unter einem Winkel, der dem Einfallswinkel gleich iſt, die Geſetze der Brechung des Lichts und der Zerſtreuung deſſelben in ungleichartiges Licht, nimmt man an, und bauet ganze Wiſſenſchaften vom größten Umfange darauf, die einen ſehr weit ausgebreiteten Nutzen haben, ohne daß man im Stande iſt, die eigentliche Natur des Lichtes zu erklären. So hat auch H. Franklin die vorher von andern, und beſonders von den Herrn **Watſon** und **Ellicot** in den Philoſophical Transactions, N 485, auch zum Theil vom Herrn **von Waiz** in ſeiner von der Königl. Preuß. Academie der Wiſſenſchaften im Jahr 1745 gekrönten Preisſchrift, ſchon angemerkten Geſetze der electriſchen Erſcheinungen geſammlet, in Verbindung gebracht und weitere Anwendungen davon gemacht. H. Franklin lebte als Buchhändler zu Philadelphia in Nordamerica, ſeine Freunde überſchickten ihm aus London die zur Electricität gehörigen Werkzeuge mit der beygefügten Anweiſung ſie zu gebrauchen, und er ward dadurch aufgemuntert, ſich auf eine vorzügliche Weiſe damit zu beſchäftigen. Von dieſen ſeinen Arbeiten gab er ſeinen Freunden in Lon-

von beſonders Herrn Collinſon von Zeit zu Zeit Nachricht, und daraus iſt die Sammlung von Briefen und kleinen Abhandlungen entſtanden, welche im Jahr 1751 zu london unter dem nachſtehenden Titel im Druck erſchien: New. ex eriments and Obſervations on Electricity, made ad Philadelphia in America. by Mr. Benjamin Franklin and communicated in ſeveral Lettres to Mr. Collinſon at London. Es ward davon bald eine franzöſiſche Ueberſetzung gemacht, und man würde in der Hauptſache vielleicht allgemein fortgegangen ſeyn, wenn nicht Herr Nollet in ſeinen Lettres ſur l'Electricité, dans lesquelles on examine les dernieres Découvertes, qui ont été faites ſur cette Matiere, et les conſéquences que l'on en peut tirer, par Mr. l'Abbé Nollet, a Paris 1753 und 1760, ſich gegen H. Franklin erklärt hätte.

505. §.

Die Eintheilung der Electricität in die poſitive und negative (488. §.) iſt, wie H. Nollet glaubt, der Natur nicht gemäß; er behauptet, der Erfolg der Verſuche, worauf man die erwehnte Eintheilung gegründet hat, müſſe aus andern Gründen erklärt werden. Wenn H Franklin annimmt, daß alle electriſche Erſcheinungen aus einem Uebergange der electriſchen Materie aus einem Körper in den andern ſich erklären laſſen, ohne das es nöthig ſey, über die Art und Weiſe etwas gewiſſes feſtzuſetzen, wie ſich eigentlich das electriſche Feuer, wenn es in Bewegung geſetzt

geſetzt iſt, ausbreitet, oder ſonſt vertheilt; ſo glaubt dagegen H. Nollet es ſehr genau zu wiſſen, was mit dieſen electriſchen Feuer, wenn es durchs Electriſiren in Bewegung geſetzt wird, vorgehe.

Die electriſche Materie bricht aus den am meiſten offenen Zwiſchenräumen des electriſirten Körpers nach allen Seiten hervor, und bewegt ſich in auseinander fahrenden Strahlen bis auf eine gewiſſe Entfernung von dem electriſirten Körper weg. (Leçons de Phyſique Experimentale, VI Tome, XXI. Leçon, II. Section, I. II. III. IV. Prop.).

Zugleich aber erhalten die übrigen Zwiſchenräume des electriſirten Körpers von allen Seiten her aus der Luft, und andern in der Nähe befindlichen Körpern, eine mit der ausfließenden in allen Eigenſchaften übereinkommende electriſche Materie in zuſammenlaufenden Stahlen zurück (a. a. O. V. Prop.)

Jeder electriſirte Körper iſt alſo mit einer Atmoſphäre von electriſcher Materie umgeben, worin ununterbrochen zwey einander grade entgegengeſetzte Bewegungen vorgehen: zum Theil fließt die electriſche Materie aus den Zwiſchenräumen nach allen Seiten aus, zum Theil in andre Zwiſchenräume hinein (a. a. O. VI. Prop.) Wer dieſe Atmoſphäre ſehen will, der findet ſie nicht allein in dem hier angeführten VI. Tome der Leçons de Phyſique, ſondern auch in den Mémoires de l'Academie de Paris de l'Année

1745, und im Eſſai ſur l'Electricité des Corps, ſehr ſchön in Kupfer geſtochen.

Die aus dem iſolirten und electriſirten Leiter ausflieſſende electriſche Materie kommt wenigſtens zum Theil aus der Electriſirkugel und dem Reibezeuge: dagegen begiebt ſich die aus der Luft und andern umher befindlichen Körpern in den Leiter hineinfließende electriſche Materie wieder in die Electriſirkugel und das Reibzeug auch von dort weiter in die Luft und andre umher befindliche Körper. (a. a. O. VII. VIII. Prop.)

Leichte Körperchen werden von dem Strom der electriſchen Aus- und Einflüſſe mit fortgeriſſen, ſie werden vom electriſirten Leiter angezogen oder zurückgeſtoſſen, nachdem ſie in Stellen gerathen, wo der einfließende oder der ausfließende Strom der ſtärkere iſt. Die in auseinander fahrenden Strahlen ausſtrömenden electriſchen Ausflüſſe werden leuchtende Feuerbüſchel, wenn die in zuſammenlaufenden Strahlen einſtrömende zarte Maſſe dagegen ſtößt. Aus dem Knöchel des Fingers, oder jedem andern uniſolirten leitenden Körper, der gegen den electriſirten Leiter gebracht wird, ſtrömt electriſche Materie derjenigen entgegen, die aus dem Leiter kommt, und der Zuſammenſtoß erzeugt die blitzenden electriſchen Funken. Auch der verſtärkte Funke aus der Leidner Flaſche rührt daher, weil ein Strom aus der mit der äußern Belegung verbundenen Kette einem andern entgegen ſtößt, der aus der mit der innern Belegung verbundenen

Kette

Kette kommt. Der menſchliche Körper iſt mit der electriſchen Materie angefüllt, wie eine Tonne mit Waſſer; ein Stoß, den das Waſſer in der Tonne auch nur an einer Stelle empfängt, verbreitet ſich in der flüſſigen Maſſe nach allen Seiten: alſo werden ſich noch um ſo mehr zwey Stöſſe, welche die flüſſige Maſſe von zweyen entgegen geſetzten Seiten her empfängt, eben ſo nach allen Seiten verbreiten, und nach H. Nollets Vorſtellung ſoll die electriſche Erſchütterung dem erwehnten Erfolge ganz ähnlich ſeyn.

506. §.

Wer ſich deſſen zu beſcheiden weiß, was Haller ſo vortreflich ſagt: **Wir irren alleſammt, nur jeder irret anders**; der wird es ſich nicht heraus nehmen, entſcheidend zu behaupten, daß H. Nollets Theorie ganz falſch ſey. Schwerlich aber wird man doch das ſehr leichte einfache und natürliche der Grundſätze verkennen, welche oben im 491 §. nach H. Franklins Art feſtgeſetzt ſind. Auſſer den im 504. § ſchon angeführten Briefen worauf H. Nollet beym Beſchluß des VIſten Theils ſeiner Leçons de Phyſique vornehmlich ſelbſt verweiſet, bezieht er ſich noch auf zwey andre von ihm herausgegebene hieher gehörige Schriften, nemlich ſein Eſſai ſur l' electricité des Corps a Paris 1746, und ſeine Recherches ſur les cauſes particuliéres des phénomenes electriques, a Paris 1749 Hiezu komt noch eine Abhandlung: Conjectures ſur les cauſes de l'Ellectricité des

Corps

Corps in den Memoires de l'Academie de Paris de l'Année 1745 pag. 107 der Pariſer, und pag. 149 der Holl. Ausgabe.

Die im 504 §. ebenfalls angeführten Franklinischen Briefe ſind im Jahr 1758 auch ins Deutſche überſetzt, und mit ſehr lehrreichen Anmerkungen vom Herrn Wilke unter dem Titel herausgegeben worden: des Herrn Benjamin Franklins Esq Briefe von der Electricität. Aus dem Engliſchen überſetzt nebſt Anmerkungen von J. C. Wilke Leipzig 1758 Ein Jahr vorher hatte ſich Herr Wilke ſchon durch ſeine in Roſtock gehaltene Philoſophiſche Inauguraldiſputation; De electricitatibus contrariis, Roſtoch. 1757 als ein in der Lehre von der Electricität vorzüglich geübter angehender Naturforſcher bekannt gemacht: nach der Zeit aber hat er ſich noch mehr Verdienſte um dieſen Theil der Naturlehre erworben, wie davon mehrere Abhandlungen von ihm in den Abhandlungen der Königl Schwed Academie der Wiſſenſchaften in Stockholm zeugen. Nach H Lichtenbergs Urtheil. (M. ſ. die im 502. §. angeführte Lichtenbergiſche Abhandlung gleich im Anfange) iſt H. Wilke eigentlich der erſte Erfinder des beſtändigen Electricitätträgers. Der jetzige Herr Etatsrath Aepinus in Petersburg hat eine zeitlang gemeinſchaftlich mit Herrn Wilke theils in Roſtock theils in Berlin, dieſen merkwürdigen Theil der Naturlehre bearbeitet, und daraus iſt das im Jahr 1760 zu Petersburg herausgekommene Ten-

ta-

tamen Theoriæ Electricitatis et Magnetiſmi entſtanden, ein Werk worin die mathematiſche Analyſis auf die Frankliniſche Theorie von der Electricität angewandt iſt.

507. §.

In Deutſchland hat zuerſt vornemlich Herr **Winkler** in Leipzig unmittelbar nachher, als im Jahr 1746 der im 493, §. beſchriebene leidenſche Verſuch bekannt geworden war, recht ſehr ins große gehende Verſuche mit der verſtärkten Electricität angeſtellet. Am 7 May des erwehnten Jahres waren der König und die Königin von Polen die Königlichen Prinzen, die verwittwete Herzogin von Curland, viele Sächſiſche und auswärtige Miniſter, auch andere Standesperſonen in den Zimmern des großen Apelſchen Gartens dabey gegenwärtig, und die Schrift bleibt noch immer ſehr merkwürdig, worinn Herr **Winkler** kurz nachher von dieſem allen Nachricht gab unter dem Titel: **die Stärke der electriſchen Kraft des Waſſers in gläſernen Gefäßen, welche durch den Muſſchenbröckſchen Verſuch bekannt geworden. Leipzig 1746.** Von ihm hat man noch folgende zwey Schriften; **Gedanken von den Eigenſchaften, Wirkungen und Urſachen der Elecricität**, Leipzig 1744, und: **Die Eigenſchaften der electriſchen Materie und des electriſchen Feuers. Leipzig 1745.** Um eben die Zeit war H. **Boſe** in Wittenberg und Herr **Kratzenſtein** in Halle mit den electriſchen Verſuchen ſehr beſchäftiget. H. **Kratzenſtein** iſt wenigſtens einer

der

der erſten, welcher die Electricität als ein Heilungsmittel in Krankheiten, beſonders bey Lähmungen nicht ohne glücklichen Erfolg verſucht hat. Die vom H. Boſe ſo genannte Boſiſche Beatification oder Apotheoſe beſtehet darin, daß man einem iſolirten und electriſirten Menſchen um den Kopf einen feurigen Glanz erwecken kann, wenn man den Kopf vorher mit metallenen Spitzen einfaſſet. Man hat von ihm Tentamina electrica tria Witteb. 1744. und vom Hrn. Kratzenſtein eine Schrift unter dem Titel: Theoria electricitatis more geometrico explicata. Halæ 1746 Von andern hieher gehörigen Schriftſtellern findet man die nöthige Nachricht in des Herrn Krünitz Verzeichniß der vornehmſten Schriften von der Electricität und den electriſchen Curen, Leipzig 1769. Wer dies Verzeichniß und die oben ſchon angeführte von eben dieſem H. Krünitz überſetzte Prieſtleyſche Geſchichte der Electricität vom Jahr 1772 beſitzt, der hat ſehr vollſtändig alles beyſammen, was die Geſchichte dieſer ſo ſehr merkwürdigen phyſiſchen Verſuche angehet. In den beygefügten Anmerkungen hat der Herr Ueberſetzer ſein Verzeichniß der Schriftſteller hin und wieder vermehrt, und bis zum Jahr 1772 fortgeſetzt. Von dem, was nach der Zeit neues hinzugekommen iſt, habe ich hier ſchon mit Erwehnung der Schriftſteller die nöthige Nachricht gegeben.

Einen kurzen Abriß der Geſchichte der Electricität mit den dahin gehörigen litterariſchen Nachrichten

bis

bis auf die neueſten Zeiten hat Hr. Gehler in ſeinen phyſikaliſchen Wörterbuch. Th. I. S. 745 f. f. geliefert. G.

508. §.

Man hat es verſucht, wachſende Pflanzen, Menſchen und Thiere anhaltend mehrere Stunden und Tage nach einander zu electriſiren. Der Erfolg iſt die Beförderung des Wachsthums der Pflanzen und des Hervorkeimens der Samen; bey Menſchen und Thieren eine vermehrte Ausdünſtung beſchleunigter Umlauf des Bluts, und eine Vermehrung der Abſonderung in den Drüſen. H. Nollet hat viele hieher gehörige Verſuche angeſtellet, und den Erfolg in den Recherches ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes Electriques erzählt. M. ſ. auch Prieſtley Geſchichte, im 1 Th. VIII Periode 4 Abſchnitt, 92. u. f. S. und Cavallo vollſtändige Abhandlung im 1 Th. 9 Cap. 65 S. (3te Ausg. S. 66.) Zu einiger Erläuterung deſſen, wie die Electricität die Bewegung der Säfte in zarten Gefäßen beſchleunigen kann, dient der Erfolg der Verſuche, wenn man iſolirte Gefäße mit Waſſer electriſirt, aus welchen das Waſſer durch zarte Röhrchen ausläuft. Wenn gleich die Röhre ein Haarröhrchen iſt, durch welche das Waſſer im natürlichen Zuſtande nur tröpfelt, ja kaum durchzutröpfeln im Stande iſt, ſo wird doch durch die Electricität nicht nur ein ununterbrochener Strom hervorgebracht, der ſich in viele andre zarte Ströme zertheilt, ſondern auch die Bewegung beträcht-

lich beſchleuniget. M. ſ. unter andern die Leçons de Phyſique par M. Nollet, VI. Tome, XX. Leçon II. Section, XIV. Exper. pag. 358. und die Recherches etc. V. Diſcours. pag. 343. Die Beförderung der unmerklichen Ausdünſtung, ſo wie die übrigen ebenerwehnten Wirkungen der Electricität, wenn ſie dem menſchlichen Körper mitgetheilt wird, können in manchen Krankheiten, wo nicht als Heilungsmittel wenigſtens als Erleichterungsmittel dienen: alſo leidet es wohl keinen Zweifel, daß die Electricität nicht in allen ſolchen Fällen dienlich und heilſam ſeyn ſollte.

509. §.

Um die Ausdünſtung bey einem Kranken zu befördern, muß man ihn in der bequemſten Stellung iſoliren, mit dem Leiter der Maſchine verbinden und ihn ſo lange und ſo oft electriſirt erhalten, als ſein Arzt für gut findet. Das Funken ziehen iſt dabey nicht nöthig. Bey Stockungen in einzelnen Theilen des Körpers, bey rheumatiſchen Schmerzen, und in andern ähnlichen Fällen, muß man ſtarke Funken aus dem leidenden Theile ziehen: bisweilen ſind ſchwach erſchütternde Schläge, auch wohl in einigen wenigen Fällen, beſonders bey Lähmungen, ſtärkere Erſchütterungen ſehr dienlich. Dergleichen Schläge leitet man allemal ſoviel möglich nur durch die kranken Glieder. Eine ziemliche Menge hieher gehöriger Nachrichten hat Herr Hartmann geſammlet unter dem Titel; Die angewandte Electricität bey

Krank=

Krankheiten des menſchlichen Körpers Hannover 1770.

Ein dienliches Werkzeug um den electriſchen Schlag durch einen ſchmerzenden Zahn zu leiten, beſchreibt H. Cavallo a. a. O. 3 Th. 10 Cap. 200 S. (3te Ausg. S. 218.) Es beſteht aus 100.
zweyen Stücken Drath AE, BE, welche durch Fig.
ein Stück gedörrtes Holz H durchgeſteckt ſind. Dieſe Dräthe ſind von C nach D, und von G nach F in einer Ebene gebogen, welche mit der Ebene des übrigen Theils der Dräthe einen ſchiefen Winkel macht; ihre Enden DE, FE, aber ſind wieder gegen einander, und in die Ebene CAGB zurück gebogen. Bey A und B ſind die Dräthe mit Ringen verſehen, welche ſie daſelbſt mit einer Kette zu verbinden dienen. Beym Gebrauch wird das Werkzeug ſo angelegt, daß der leidende Zahn von den beyden Dräthen bey E ziemlich feſt umſchloſſen werde, und um es deſto beſſer zu bewerkſtelligen, müſſen die Dräthe etwas biegſam ſeyn. Am beſten verbindet man hiernächſt einen von den Ringen wie A durch eine Kette mit der äußern Belegung der Verſtärkungsflaſche, und läßt auf den andern Ring B einen Funken aus einer mit der innern Belegung verbundenen Kette ſchlagen, die mit iſolirenden Handgriff verſehen ſeyn muß, womit man ſie halten, und dem Ringe nähern kann.

Mehr vollſtändige Nachrichten über die medizinische Electrizität findet man in Herrn Cavallo's Verſuch über die Theorie und Anwendung der medizi-

diciniſchen Electricität, aus dem Engl. überſ. Leipz. 1782. 8.; und in Herrn H. R. Böckmanns Abhandlung: Ueber die Anwendung der Electricität bey Kranken, nebſt der Beſchreibung eines neuen electriſchen Betts; in ſeinen kleinen Schriften B. I. Carlsruhe 1789. 8.; ingleichen in Herrn D. Kühns Abhandlung von der medizinischen Electricität. Leipz. 1787. 8.

G.

510. §.

Die neuern Unterſuchungen über die entzündbare Luft, ſowohl über diejenige, welche bey Auflöſung der Metalle erzeugt wird, (460. §.) als auch über die natürliche entzündbare Sumpfluft, haben veranlaſſet, daß man auch wieder verſucht hat, dergleichen Luft mit dem electriſchen Funken zu zünden, und durch mancherley Abänderungen des Verſuchs Wirkungen von mancherley Art hervorzubringen. Herr **Volta** leitete unter andern in ein geſchickt dazu eingerichtetes mit einem Kork feſt verſchloſſenes vorher mit entzündbarer Luft angefülltes Gefäß den electriſchen Funken; er verurſachte dadurch, daß die eingeſchloſſene Luft, welche ſich mit einem Schlage und Knall entzündete, den Kork heraus trieb, und das ſo angeordnete Werkzeug erhielt den Namen der electriſchen **Piſtole**. Der H. Ueberſetzer der oben ſchon angeführten **Briefe über die entzündbare Sumpfluft** hat im Vorbericht eine kurze Beſchreibung davon gegeben. H. Schäffer beſchreibt ſie noch vollſtändiger in ſeiner **Abbildung und Beſchreibung**

der

der electriſchen Piſtole und eines kleinen zu Verſuchen ſehr bequemen Electricitätträgers, Regensburg 1778 Hieſelbſt gleich im Anfange erzählt H. Schäffer, daß H. Volta zuerſt auf den Gedanken gekommen ſey, brennbare Luft durch electriſches Feuer zu zünden: allein Herr Nollet hat ſchon die aus der Eiſenauflöſung entwickelte brennbare Luft mit dem electriſchen Funken gezündet. M. ſ. die Abhandlung: Conjectures ſur les cauſes de l'Ectricité des Corps in den Memoires de l'Academie de Paris pour l'Année 1745, pag. 112 in 4 und 156 in 12, in der Anmerkung litt. a. In eben dieſer Anmerkung wird deſſen erwehnt, daß es Hrn. Nollet noch nicht geglückt ſey, Schwefel, Schießpulver, oder ſonſt feſte leicht entzündbare Maſſen mit dem electriſchen Funken in Brand zu ſetzen. Nunmehro zündet man Schießpulver mit dem verſtärkten Funken auf folgende Art. Man füllet eine kleine Patrone von Papier, oder ein Röhrchen von Federkiel mit Schießpulver, ſtecket an jedem Ende einen Drath ſoweit hinein, daß die Enden um $\frac{1}{7}$ Zoll von einander entfernt bleiben. Hiernächſt läßt man den Schlag aus einer geladenen Flaſche hindurch gehen, ſo entzündet der Funke zwiſchen den beyden Dräthen das Schießpulver. Wenn die brennbare Luft nur im rechten Verhältniß mit der atmoſphäriſchen Luft, oder noch beſſer ſtatt deſſen mit der dephlogiſtiſirten Luft vermiſcht iſt: ſo fängt ſie ſchon von einem gewöhnlichen electriſchen Funken ohne Verſtärkung Feuer.

Um die electriſche Piſtole mit brennbarer Luft zu füllen, kann man dieſe nicht gut durch Waſſer darinn hinein treten laſſen, welches auch immer unbequem ſeyn würde, ſondern man bedient ſich dazu des ſehr bekannten Verfahrens, mit Hirſe, Sand, u. d. gl., wodurch zugleich auch die nöthige reſpirabele Luft hinzukömmt. Denn ganz reine brennbare Luft läßt ſich keinesweges durch den electriſchen Funken entzünden, weil hier die Hauptbedingung des Verbrennens fehlt. Sonſt kann man auf eine ſehr compendiöſe Art ſeine electriſche Piſtole mit Knallluft laden, wenn man ſie erwärmt, dadurch einen Theil der atmoſphäriſchen Luft heraustreibt, und dann einen Tropfen recht gut rectificirten Vitrioläther hineinfallen läßt, der ſich durch die Erwärmung zu einer brennbaren elaſtiſchen Flüſſigkeit ausbreitet, und die Piſtole anfüllt, wenn man dieſe nachher gleich zugeſtopft hat. Iſt das Gefäß zu ſtark damit angefüllt, und die Miſchung alſo nicht Knallluft, ſo darf man es nur öfnen und einige male hin und her ſchwenken, wodurch ein Theil Aether verdunſtet und mehr reſpirabele Luft wieder hinzutritt. G.

Zuſätze
zu der Lehre
von den
electriſchen Erſcheinungen.

510. §. a.

Der Herr Verfaſſer hat, in den bisher vorgetragenen Sätzen die merkwürdigſten Er-

ſchei-

ſcheinungen der Electricität nach der Franklinſchen Theorie erklärt. Das Syſtem dieſes ſcharfſinnigen und unſterblichen Naturforſchers, der über Anhänglichkeiten an Hypotheſen weit hinaus war, empfiehlt ſich durch ſeine Einfachheit und Leichtigkeit, und iſt von jeher von den ſchätzbarſten Naturforſchern wegen der wohlgeordneten Vorſtellungen und der leichten Ueberſicht, die er uns mit Hülfe deſſelben verſchaft hat, geſchätzt worden. Man kann zwar jetzt freylich noch nicht behaupten, daß **Franklins** Syſtem widerlegt ſey; allein man kann doch mit Recht einwenden, daß da, wo er einen Mangel der natürlichen Electricität, oder die negative annimmt, eben ſo gut ein Ueberſchuß ſtatt finden kann, und ſo auch umgekehrt, und daß ſich dem ohngeachtet alles eben ſo gut erklären ließe; und daß ſich einige Erſcheinungen allerdings nicht ganz leicht und ungezwungen nach dieſer Theorie erklären laſſen. **Robert Simmer** (philoſophical Transact. Vol. LI. P. I. S. 340 f. f. und **Prieſtleys Geſchichte der Electricität Th. I. S. 166 f. f. und Th.** 3. S. 310) zog aus ſeinen Verſuchen die Vermuthung, daß es **zwey electriſche Materien** in der Natur gebe; daß ein Körper entweder auf die eine oder die andere Art electriſch werde, je nachdem die eine oder die andere dieſer Flüſſigkeiten in demſelben mehr angehäuft ſey, als der natürliche Zuſtand des Gleichgewichts erfordere; daß dieſe beyden Materien ſich ſtark anzögen, die Theilchen einer jeden ſich aber unter einander

ßen. Wenn Franklin alſo nur eine einzige electriſche Materie annimmt, und die Erſcheinungen der Electricität aus Mangel oder Ueberfluß der natürlichen Doſis in den Körpern erklärt; ſo leitet dies Hr. Symmer aus zweyen electriſchen Weſen her, die beyde als zwey Frankliniſche poſitive electriſche Materien, aber in ihren Würkungen als entgegengeſetzt anzuſehen ſind. Dieſe Symmerſche Theorie iſt, wie auch Hr. Wilke (Schwed. Abhandl. B 39. J. 1777. S. 214) bemerkt, nichts anders als eine Verdopplung der Frankliniſchen. Es fallen bey dieſer Theorie die Erklärungen weit einfacher und gleichförmiger aus; und deswegen haben ſie auch ſehr viele ſchätzbare neuere Naturforſcher angenommen, und unſer Hr. Verfaſſer hat es ſelbſt gethan (Anleit. zur Kenntniß der Natur §. 497 — 500). — Um eine Ueberſicht der ſo mannigfaltigen und verwickelten Phänomene der Electricität zu erhalten, muß man nothwendig gewiſſe Geſetze der Electricität zu laſſen, und ich will hier, ohne mich weiter um die Urſach zu bekümmern, dieſe Geſetze nach der Theorie zweyer electriſcher Materien auf die bisher vorgetragenen Erſcheinungen anwenden. Ich werde mich dabey nach Hrn. Hoffr. Lichtenbergs Beyſpiel, der Zeichen + E und — E bedienen, um die ſich entgegen geſetzten Electricitäten anzuzeigen, wie ich ſchon oben (§. 488. Anm.) bemerkt habe.

510. §. b.

Wenn ein Körper ſoviel + E hat, als — E ſo kann er nach der Vorausſetzung keine electriſche Erſcheinungen und Anzeigen von ſich geben; beyde Electricitäten werden ſich binden und gegen einander aufheben, wie entgegengeſetzte Größen in der allgemeinen Rechenkunſt, oder die Electricität wird o E ſeyn. Jeder Körper enthält nun im natürlichen Zuſtande, wo er keine electriſchen Erſcheinungen zeigt, gleich viel + E und — E; Wird aber auf irgend eine Art das Gleichgewicht gehoben oder das + E oder — E frey, ſo wird es bemerkbar, und der Körper zeigt entweder poſitive oder negative Electrität.

510. §. c.

Das + E oder — E kann nun in einem Körper auf mancherley Weiſe urſprünglich erregt werden, wie z. B. durch Reiben, durch Schmelzen, durch Erwärmen und Abkühlen, durch Verdunſtung u. d. gl. mehr, wovon es jetzt noch zu früh ſeyn würde, die Urſach angeben zu wollen. Herrn Cavallo's Erklärung von der Erregung der urſprünglichen Electricität (Journal der Phyſik. B. I. H. I. S. 65. f. f.) verdient in der That eine nähere Beherzigung. Sonſt kann ein Körper noch durch Vertheilung und endlich durch Mittheilung freyes und ſenſibeles + E oder — E empfangen, wie dies die folgenden Betrachtungen weiter zeigen werden.

510. §. d.

Die Geſetze, nach welchen die beyden entgegen geſetzten Electricitäten würken, ſind ſehr einfach:

1). **Gleichartige Electricitäten ſtoßen ſich ab.**

2). **Ungleichartige Electricitäten ziehen ſich an.**

3). **Jeder electriſirte Körper erregt in denjenigen Körpern, die in ſeinen Wirkungskreis kommen, in dieſem Wirkungskreiſe eine der ſeinigen entgegen geſetzte Electricität.**

510. §. e.

Wenn nun durch das Reiben des Glaſes an dem Reibzeuge + E frey geworden iſt; ſo führt das erſtere, wegen ſeiner nichtleitenden Eigenſchaft, dieſe ſenſibel gewordene electriſche Materie nicht gleich weiter, und zeigt nun + E, die es auch durch Mittheilung dem iſolirten Conductor giebt. Wenn aber das iſolirte Reibzeug einen Theil ſeines natürlichen + E an das Glas, und dem Conductor gegeben hat, ſo kann ſein — E nicht mehr gebunden bleiben; es muß auch frey werden und ſich als ſolches zeigen. Daher iſt nun das Reibzeug negativ electriſirt, während das Glas es poſitiv iſt. Iſt das Reibzeug nicht iſolirt, ſo kann es durch die leitende Verbindung immer wieder neues + E aus der Erde anziehen, und ſo kann ſein — E nie frey werden.

510. §. f.

Wenn dem + E electriſirten Conductor der Maſchine ein abgeſtumfter und zugerundeter Leiter iſolirt genähert wird, und in den Wirkungskreis der Electricität kömmt, ſo zieht das freye + E des erſtern das natürliche — E des letztern an, und ſtößt das natürliche + E deſſelben zurück. Es entſteht dann Electricität durch Vertheilung, wie auch oben (§. 499.) vom Hrn. Verfaſſer angemerkt worden. Das genäherte Ende iſt negativ, das entfernte poſitiv. So lange nun der iſolirte Leiter in dem Wirkungskreiſe des electriſirten Conductors ſteht, ſo wird die Intenſität der Electricität des letztern geſchwächt, weil ſie durch das entgegengeſetzte E beſchäftigt wird. Entfernet man den Leiter wieder iſolirt, ohne ihn berührt zu haben, ſo iſt ſeine Electritität wieder + E — E, alſo o E, oder ſeine natürliche Electricitäten, die vorher durch die Vertheilung frey waren, binden ſich nun von Neuem. Nähert man dem Leiter aber, während daß er in dem Wirkungskreiſe des Conductors der Maſchine ſteht, den Finger oder einen andern leitenden Körper, an den entferntern Ende, ſo ſättigt ſich das hier durch Vertheilung frey gewordene + E mit — E aus dem Finger, und nun zeigt der Leiter keine Electricität weiter. Entfernt man aber dem Leiter wieder iſolirt, ſo iſt er negativ electriſirt, oder er hat — E + E — E folglich — E. Denn dies — E war vorher durch das + E des Conductors der Maſchine be-

beſchäftigt, und wird nun wieder frey, wenn es aus dem Wirkungskreiſe deſſelben heraus iſt; es muß auch frey bleiben, da das natürliche + E jetzt durch hinzugekommenes — E geſättigt und gebunden iſt.

510. §. g.

Je näher der leitende iſolirte oder nicht iſolirte Körper dem electriſirten gebracht wird, deſto ſtärker iſt die Anziehung zwiſchen den freyen ± E des letztern, und dem natürlichen ∓ E des erſtern. Beyde Electricitäten durchbrechen endlich die Luft dazwiſchen, ſie ſättigen ſich ganz mit einander, da ſie ſich vorher nur banden; es entſteht ein Funke, der nach der verſchiedenen Menge der electriſchen Materie, die ſich auf einmal ſättigt, größer oder kleiner iſt. Wenn dabey der leitende Körper iſolirt iſt, ſo empfängt er Electricität durch Mittheilung, und zwar die gleichnamige des electriſirten Körpers. Geſetzt der electriſirte Körper habe + E, ſo wird dieſes ſich mit den — E des iſolirt genäherten Leiters ſättigen, und dieſer wird bey der Entfernung + E — E und + E = + E haben, folglich poſitiv electriſirt ſeyn.

510. §. h.

Wenn leicht bewegliche leitende Körper in den Wirkungskreis des electriſirten Körpers kommen, ſo wird ihr ± E, und ſie dadurch ſelbſt, angezogen, bis ſie nahe genug kommen, und die entgegengeſetzten Electricitäten ſich ſättigen. Sie empfangen die gleichnamige Electricität des electriſirten Körpers, und behalten ſie, wenn ſie

iſolirt

iſolirt ſind; ſie müſſen aber nun vermöge des erſten Geſetzes wieder abgeſtoßen werden und bleiben. Dies erklärt alſo ſehr leicht das Anziehen und das darauf erfolgende Abſtoßen von Papier, Federn, Baumwolle, Korkkügelchen, die an ſeidenen Fäden hängend den Conductor genähert werden; die Divergenz des Electrometers; das Wegſtreuen der Sägeſpäne, die auf den Conductor geſtreuet werden; das Aufſchwellen eines Haarbuſches, oder der Baumwolle, oder der haarförmigen Glasfäden, die am Conductor hängen, u. ſ. w.

Wenn der abgeſtoßene iſolirte Körper wieder einen andern leitenden Körper berührt, oder gar in den Wirkungskreis des mit entgegengeſetzter Electricität verſehenen kömmt, ſo wird ſein freyes $\pm$ E, oder er ſelbſt, durch das $\mp$ E des andern angezogen, ſeine vorher freye Electricität ſättigt ſich mit der entgegengeſetzten, und er kann nun von neuen wieder von dem electriſirten Körper, der ihn abſtieß, angezogen werden. Darauf gründet ſich der Tanz der papiernen Puppen, das electriſche Glockenſpiel, die electriſche Spinne, der Tanz der Sägeſpäne unter einem electriſirten Glaſe, u. d. gl. Spielereyen mehr. Zwiſchen einem durch den Conductor der Maſchine und einem durch das iſolirte Reibzeug electriſirten iſolirten Leiter ſpringen daher leichte iſolirte Körperchen beſtändig hin und her, und werden wechſelſeitig von dem einen und dem andern angezogen und abgeſtoßen, bis die Electricität beyder Kör-

per

per erſchöpft oder eigentlich wechſelſeitig durch einander geſättiget iſt.

510. §. i.

Die Ladung der Kleiſtiſchen Flaſche und die Erſcheinungen, die ſie liefert, laſſen ſich ebenfalls ungemein leicht nach dem Syſtem zweyer entgegengeſetzter Electricitäten, und den angeführten wenigen Geſetzen erklären, wenn man den Erfahrungsſatz noch damit verbindet, daß die Nichtleiter, wie das Glas iſt, nur der Mittheilung und dem Uebergange oder der Sättigung der entgegengeſetzten Electricitäten, nicht aber ihrer Vertheilung Widerſtand leiſten. Wenn nun der innern Belegung der Flaſche Electricität durch Mittheilung zugeführt wird, und dieſe + E iſt; ſo ſtößt ſie die gleichnamige natürliche der äußern Seite ab, und bindet die ungleichnamige oder — E derſelben. Wenn die äußere Seite iſolirt iſt, ſo kann ſie ihr abgeſtoßenes + E nicht fahren laſſen, ihr — E wird dadurch immer noch beſchäftigt; folglich kann die innere Seite kein hinzugeführtes + E binden, alſo nicht geladen werden. Berührt man aber die äußere iſolirte Belegung mit dem Finger, oder einen leitenden Körper, während daß der innern Seite + E zugeführt wird, ſo erhält man einen Funken, indem nun das + E der äußern Seite ſich mit — E aus dem Finger ſättigen kann. Wenn alſo die Flaſche auf der einen Seite nicht iſolirt iſt, ſo kann ſie durch die andere Seite völlig geladen werden.

werden, weil jeẓt das abgeſtoßene gleichnamige E abgeführt wird, und alſo das ungleichnamige E dieſer Seite das Vermögen erhält, die hinzugeführte Electricität zu binden. — Die geladene Flaſche zeigt, wenn ſie völlig iſolirt iſt, bey der Berührung ihrer einzelnen Belegungen keinen Funken, und jede Seite ſcheint einzeln unelectriſirt zu ſeyn. Das — E der äußern Seite iſt nämlich durch das + E der innern Seite gebunden, und beyde laſſen dadurch wechſelſeitig nicht zu, daß ſie ſich einzeln mit neuem ± E ſättigen können. Bringt man aber beyde Belegungen in leitende Verbindung, ſo fällt dieſe Urſach weg, und beyde entgegengeſeẓte Electricitäten ſättigen ſich nun durch wirklichen Uebergang, da ſie ſich vorher nur banden, und es entſteht der Erſchütterungsfunken. Es erhellet hieraus, warum dieſer Funke einem iſolirten Leiter, durch welchen er geht, keine Electricität durch Mittheilung giebt, und warum ein gekrümmtes und an beyden Enden zugeſpiẓtes Drath der innern und äußern Belegung zugleich genähert, die Flaſche mit einem ziſchenden Geräuſch ſo entladet, daß ſich an den Spiẓen des Draths im Dunkeln die oben (§. 485) angeführten Kennzeichen der entgegengeſeẓten Electricitäten wahrnehmen laſſen. Aus eben dem Grunde ſpielt ein kleiner, leicht beweglicher, leitender Körper, z. B. eine kleine Metallkugel, die an einem ſeidenen Faden hängt, zwiſchen einem mit der äußern Belegung in leitende Verbindung gebrachten Leiter, und einem

an-

andern, der mit der innern Belegung verbunden und jenem auf eine gewiſſe Weiſe genähert iſt, ſo lange hin und her, bis die Flaſche dadurch allmählich entladen iſt. Ein electriſches Glockenſpiel auf dieſe Art angebracht läutet ſo eine beträchtliche Zeitlang fort.

510. §. k.

Aus den angeführten Geſetzen der Electricität erhellet auch, daß man eine und mehrere Kleiſtiſche Flaſchen durch einander laden könne. Wenn man nemlich die eine iſolirt, und ihre äußere Belegung mit der innern Belegung einer andern, die nicht iſolirt iſt, in leitende Verbindung ſetzt, und dann die erſtere electriſirt, ſo werden ſie beyde geladen, und zwar mit gleichnamigen Electricitäten ihrer einzelnen reſpectiven Belegungen.

Einer meiner Herrn Rezenſenten, welcher das Gegentheil behauptete, wird ſich nun wohl eines andern belehrt gefunden haben, wenn er die Geſetze der Electricität nur genauer erwogen, oder die Erfahrung ſelbſt angeſtellt hat.

510. §. l.

Bey leitenden Spitzen erſtreckt ſich der Wirkungskreis viel weiter, als bey abgerundeten Körpern, und der Grund ſcheint nach Hrn. Gehler darin zu liegen, daß dabey die ganze Anziehung auf einen Punkt geleitet und der freye Ausgang des $\pm$ E durch kein Zurückſtoßen der gleichartigen Electricitäten nahe liegender Punkte gehindert wird. Daher erfolgt auch der Uebergang der Ele-

ctri-

tricität bey Spitzen durch Ueberſtrömen, bey runden und ſtumpfen Körpern durch Funken.

510. §. m.

Bey glatten Flächen, deren Ränder gehörig abgerundet ſind, erfolgt oft ſelbſt bey ihrer wechſeitigen Berührung kein Uebergang der Electricitäten durch Mittheilung. Wenn ſie gleich viel Electricität haben, und ſich berühren, ſo binden ſich ihre reſpectiven Electricitäten, ohne ſich durch Mittheilung zu ſättigen. Beyde Flächen zeigen dann, ſo lange ſie in Berührung mit einander ſind, keine Electricität, wohl aber wieder nach der Trennung von einander, weil kein Uebergang erfolgt iſt. Man hat alſo dazu keine eigene electricitatem vindicem mit Pater Beccaria anzunehmen nöthig.

510. §. n.

Hierauf gründet ſich nun auch die Wirkung des Electrophors (§. 500.), deſſen Erſcheinungen ſich aus den angeführten Geſetzen der Electricität ſehr leicht erklären laſſen. Wenn nemlich der Harzkuchen durch Reiben, Erwärmen oder Schlagen electriſirt und ſein natürliches − E frey gemacht worden iſt; ſo bindet dies − E gleich viel + E der Form, und ſtößt das − E derſelben aus. Iſt die Baſis nicht iſolirt, ſo kann dies − E frey ausgeführt werden oder ſich aus der leitenden Unterlage mit + E ſättigen. Setzt man den iſolirten leitenden Deckel auf den Kuchen, ſo bindet das − E des Kuchens das natürliche

+ E des Deckels, und ſtoßt das gleichnamige oder — E deſſelben nach oben zu. Daher zeigt nun der Deckel, während daß er auf dem Kuchen liegt, die negative Electricität, und dieſe ſättigt ſich aus den berührenden Finger oder Leiter mit + E; es entſteht ein Funke und nun ſcheint alle Electricität wieder vernichtet zu ſeyn. Hebt man aber den Deckel wieder iſolirt in die Höhe, ſo wird das + E der untern Seite, das vorher durch des — E des Kuchens gebunden war, wieder frey, ſobald es aus dem Wirkungskreiſe des letztern kömmt, und der Deckel zeigt jetzt poſitive Electricität; denn er hat + E — E + E = + E, und giebt alſo dem berührenden Leiter einen Funken, oder ſein freyes + E ſättiget ſich mit dem natürlichen — E des letztern. Wenn man den Deckel, ohne ihn berührt zu haben, wieder auf den Kuchen legt, ſo bindet das — E des letztern das + E des erſtern wieder völlig, und es iſt kein Zeichen der Electricität mehr da; es müßte denn ſeyn, daß dem Deckel durch die Feuchtigkeit der Luft oder ſonſt etwas von ſeinem + E geraubt worden wäre.

510. §. o.

Während, daß der Deckel des Electrophors auf den Harzkuchen gelegt wird, muß dieſer nothwendig von ſeinem + E unten entlaſſen, weil dies nicht mehr wie vorhin durch das — E der obern Seite beſchäftigt wird. Iſt die Form iſolirt, ſo kann dies + E nicht entlaſſen werden, da=

her

her iſt die Intenſität der Electricität der obern Seite nur ſchwach, und es entſteht alsdenn nur ein ſchwacher Funke. Berührt man aber Form und Deckel zugleich, ſo erhält man einen Erſchütterungsfunken, indem nun das + E der untern Seite der Form Gelegenheit hat ſich mit dem — E des Deckels zu ſätttigen. Wenn aber auch die Baſis nicht iſolirt iſt, ſo entſteht doch der Erſchütterungsfunke, wenn man den iſolirt aufgelegten Deckel und die Form zugleich berührt, indem die letztere ihr + E gleich entläßt, während die obere Seite des Kuchens durch das + E des Deckels beſchäftigt wird. — Die Electricität des Deckels beym Electrophor wird alſo nicht eigentlich durch Uebergang, ſondern durch Vertheilung erregt; und daher läßt ſich das Perpetuelle deſſelben leicht einſehen. Nur der auf dem Kuchen mit einem Leiter berührte und iſolirt in die Höhe gehobene Deckel hat ſeine poſitive Electricität durch Uebergang erhalten.

510. §. p.

Ein anderes dem Electrophor ähnliches Werkzeug iſt der **Condenſator der Electricität**, deſſen Erfinder ebenfalls Hr. **Volta** iſt (Del modo di render ſenſibiliſſima la piú debole Elettricità ſia naturale ſia artificiale, in den philoſoph. Transact. Vol. LXXII 1782. P. I. S. 237. und in Rozier Journal de Phyſique. Juill. und Aout. 1782.) Dieſer Condenſator beſteht nicht, wie der Electrophor, aus einer iſolirenden, ſondern **halbleitenden** oder ſchlechtleiten-

den Scheibe, auf welche der wohl abgerundete Deckel von Metall vermittelſt ſeidener Schnüre gelegt wird. Man nimmt zu der Platte trocknen und reinen Marmor, Alabaſter, Holz mit Siegellack oder Firniß ganz dünne überzogen; nur muß der Deckel recht wohl anſchließen. Auch kann man den Deckel auf der untern Seite mit Taffent überziehen, und ihn dann auf einen hölzernen Tiſch, Stuhl u. d. gl. an den ſeidenen Schnüren hängend legen. Die Abſicht bey dieſer Einrichtung geht gar nicht dahin, die untere Scheibe zu laden, ſondern nur den wirklichen Uebergang der dem Deckel zugeführten Electricität in die Baſis zu verhüten; deswegen wählt man eben einen unvollkommnen oder Halbleiter, der dieſem Uebergange der Electricität ſtark genug widerſteht. Eine völlig iſolirende Baſis, wie beym Electrophor, würde der Abſicht nicht entſprechen, weil ſie der Vertheilung der electriſchen Atmoſphäre zu ſehr widerſteht. Dieſer Condenſator dient nun, eine dem Deckel zugeführte, ſehr zerſtreute, und daher ſchwache Electricität in ihm zu ſammlen und anzuhäufen, und nachher bey Aufhebung des Deckels ſie bemerkbar zu machen und einem Electrometer mittheilen zu können.

510. §. q.

Die Wirkung des Condenſators beruhet ebenfalls darauf, daß in einem electriſirten Körper, wenn er in dem Wirkungskreis eines andern mit entgegengeſetzter Electricität verſehenen Körpers kömmt,

kömmt, ein Theil ſeines ± E durch das ∓ E des andern mehr gebunden, und in der Intenſität vermindert, und er folglich fähig wird, mehr ± E von wo anders her aufzunehmen, oder daß nun ſeine Kapacität vermehrt wird. Wird alſo dem Deckel des Condenſators, während daß er auf ſeiner halbleitenden Baſis ruhet Electricität, z. B. + E zugeführt, ſo bindet die Baſis durch ihr natürliches — E das + E des Deckels, die Intenſität deſſelbigen wird vermindert, und die Kapacität wächſt; folglich kann er immer mehr von der zugeführten Electricität annehmen, die unbemerkbar iſt, ſo lange der Deckel auf der Baſis ruhet, aber ſich ſo gleich zeigt, wenn man ihn an den ſeidenen Schnüren hinlänglich davon entfernt. So kann man z. B. die Electricität, die ſich bey der Ausdunſtung des Waſſers entbindet, im Condenſator ſammlen, wenn man ein dünnes Drath von dem Deckel in den Dampf iſolirt gehen läßt; und ſo hat man durch den Condenſator erfahren, daß ſich bey mehreren Zerſtörungen und Zerſetzungen der Körper, z. B. beym Verbrennen der Kohlen, bey der Erzeugung der brennbaren und Salpeterluft, bey der Ausdünſtung, bey der Erhitzung des menſchlichen Körpers u. ſ. w. Electricität entwickelt.

510. §. r.

Indeſſen hat Hr. Cavallo gegen den Voltaſchen Condenſator den Einwurf gemacht, daß er unſichere Reſultate gebe, und die durch zu-

fälliges Reiben beym Aufſetzen entſtandene urſprüngliche Electricität nicht von der zugeführten gehörig unterſchieden werden könne. Eben ſo unzuverläßig iſt nach ſeiner Meynung auch Herrn Bennets ſogenannnter Electricitätsverdoppler, den Hr. Cavallo nach einer Verbeſſerung beſchrieben hat. (Von den Methoden, die Gegenwart kleiner Quantitäten natürlicher oder künſtlicher Electricität zu entdecken und ihre Beſchaffenheit zu erkennen, von Hrn. Tiber. Cavallo, überſ. in meinem Journal der Phyſ. B. I. S. 49. f. f). Er hat hat dagegen ein anderes Inſtrument angegeben, welches keinen von den Fehlern des Voltaſchen und Bennetſchen Apparats hat, und es einen Electricitätsſammler genannt. Man findet die Beſchreibung und Zeichnung davon ebenfalls in meinem Journ. der Phyſ. B. I. S. 276. f. f.

510. §. s.

In Anſehung der Kenntniß der Natur der materiellen Urſach der Electricität ſind wir ohngeachtet der Menge von Verſuchen, die wir in dieſem Zweige der Naturlehre haben, doch noch nicht weiter gekommen. Der ſeel. Hr. Verf. nimmt (Anleit. zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur §. 497. f. f. und kurzer Entwurf. der Naturw. §. 287. und 288.) bis auf weitere Unterſuchung den Stoff des + E für reine mit Elementarfeuer geſättigte Luft, das — E für das an eine zarte Säure gebundene Phlogiſton, und er-

klärt hieraus die Erſcheinungen der Electricität. Es iſt dies freylich nur Muthmaßung, die aber der genauern Unterſuchung werth iſt. Andere Hypotheſen hat Hr. Gehler in ſeinem phyſikal. Wörterb. Th. I. S. 767. f. f. geſammlet.

G.

Der XXIII. Abſchnitt.

Von den magnetiſchen Erſcheinungen.

511. §.

Eine unter dem Namen des Magnets bekannte aus Stein- und Eiſentheilen auch wohl mit andern metalliſchen und halb metalliſchen Theilchen vermiſchte Maſſe, von ſchwarzer auch wohl grauer oder röthlicher Farbe, hat die Naturforſcher ſchon ſeit langer Zeit aufmerkſam gemacht, und wegen mehrerer merkwürdiger Eigenſchaften mancherley Unterſuchungen veranlaſſet. Magnet und Eiſen ziehen einander an, ein roher Magnetſtein äußert dieſe Wirkung aber hauptſächlich nur an zweyen einander gewöhnlich entgegengeſetzten Stellen, die man gleich findet, wenn man ihn in Eiſenfeilſpäne leget, und darin überall umwendet. Die Eiſenfeilſpäne, hängen ſich alsdenn hauptſächlich

nur an den erwehnten Stellen in ganzen Büſcheln wie Bärte an, und dieſe Stellen heißen die **Pole** des Magnets. Sie haben dieſen Namen von den Weltpolen erhalten weil ſich jeder Magnet von ſelbſt mit der einen von dieſen Stellen nach Norden und mit der andern nach Süden wendet, wenn er eine dazu ſchickliche Figur hat, daß man ihn entweder frey an Faden aufhängen, auf dem Waſſer frey ſchwimmend, oder ſonſt auf eine ſolche Art frey unterſtützt erhalten kann, dadurch er nicht gehindert wird, ſich in eine andre Lage zu drehen. Beyde Pole werden durch die Namen des **Nordpols** und **Südpols** unterſchieden; jener wendet ſich nach Norden, dieſer nach Süden.

512. §.

Man verſtärkt die Wirkung des Magnets anſehnlich, wenn man ihn zwiſchen zweyen eiſernen Platten, die ſich unten in ein dickeres prismatiſches Stück endigen, ſo einſchließt, daß die Platten an den Stellen, wo die Pole liegen, feſt anſchließen. Eben dieſe Stellen werden vorher abgeſchliffen, damit die eiſernen Platten deſto beſſer anſchließen können. Die Befeſtigung der Platten am Magnet bewerkſtelliget man entweder durch ein herumgelegtes meſſingenes Band, oder durch herumgebundenen Bindfaden; da denn im letztern Fall alles mit Leder überzogen wird. Dieſe Einfaſſung nennt man die **Armatur** des Magneten. Ihre untern prismatiſchen Enden werden glatt abgeſchliffen, damit ein andres priſ-

matiſches Stück Eiſen, welches zu dieſem Zweck an einer Seite glatt geſchliffen und der Anker genannt wird, ſich deſto beſſer anlege. In der Mitte wird dieſer Anker mit einem ſchicklichen Ringe oder Haken verſehen, woran man Gewichte hängen, und auf ſolche Art unterſuchen kann, wie groß ein Gewicht ſey, das mit der anziehenden Kraft des Magneten das Gleichgewicht hält. Der Magnet wirkt nun mittelbar durch die ihm angelegte eiſerne Armatur weit ſtärker, als er vorher unarmirt wirkte.

513. §.

Ein Magnet zieht auch den andern an, jedoch nach dieſem Geſetze. Der Nordpol eines Magnets ziehet nur den Südpol des andern an ſich, und ſtößt dagegen den Nordpol des andern von ſich weg. Eben ſo ziehet der Südpol des erſten den Nordpol des zweyten, und ſtößt den Südpol des letzten von ſich weg. Ungleichnamige Pole ziehen einander an und heißen daher auch freundſchaftliche: gleichnamige Pole fliehen einander, und werden um deßwillen auch feindſchaftliche Pole genannt. Ein Büſchel Eiſenfeil, der am Nordpol eines Magnets hängt, wird vom Südpol eines andern angezogen, vom Nordpol deſſelben aber weggeſtoßen. Zwey armirte Magnete, die ſo gefaſſet ſind, daß die priſmatiſchen Enden der Armatur gleich weit von einander entfernt ſind, kann man aneinander hängen, ſo daß der eine Magnet, wenn er ſtark genug iſt, den andern hält. Man muß aber alsdenn die ungleichnamigen Pole mit

einander in Berührung bringen: denn die Magneten haften gar nicht aneinander, wenn ſich die gleichnamigen Pole berühren.

514. §.

Beſonders merkwürdig iſt es, daß der Magnet ſeine Eigenſchaften dem Eiſen mittheilen kann. Wenn eine eiſerne Nadel nur eine kurze Zeit mit der Spitze am Magnet gehangen hat; ſo ziehtdie Spitze ſchon Eiſenfeilſtaub an ſich, der ſich als ein kleiner Bart dran hängt. Ein eiſerner oder ſtählerner Stab erhält alle Eigenſchaften des Magneten, Eiſen anzuziehen, und ſich nach Norden und Süden zu wenden, wenn man einen Pol des Magneten auf die Mitte des Stabes ſetzt, und ihn alsdenn, ohne eben ſtark zu reiben, bis an das eine Ende des Stabes fortführt. Dies Ende des Stabes wird zum Nordpol, wenn es mit dem Südpol geſtrichen iſt, und umgekehrt. Man kann die andre Hälfte des Stabes mit dem andern Pol des Magneten eben ſo ſtreichen, auch das Streichen etliche mal wiederholen: nur iſt bey dem wiederholten Streichen zu bemerken, daß man nicht in der entgegen geſetzten Richtung ſtreichen, auch die Pole nicht verwechſeln müſſe. Ein ſo verfertigter magnetiſcher Stahl heißt ein **künſtlicher Magnet.**

515. §.

Dünne ſtählerne Nadeln, die man eben ſo magnetiſch macht, und alsdenn **Magnetnadeln** nennt, verſiehet man um deßwillen in der Mitte mit

mit einem meſſingenen, oder wohl aus einer noch härtern Maſſe verfertigen, recht glatt ausgehöhlten coniſchen Hut, damit die Nadel auf einer Spitze ſich recht frey drehen könne. Weil übrigens die Bequemlichkeit des Gebrauchs der Magnetnadel es erfordert, daß ſie ſich auf der Spitze in horizontaler Lage erhalte, ſo müſſen beyde Arme einander das Gleichgewicht halten. Eine kreisrunde hölzerne oder meſſingene Büchſe, die im Mittelpunct einen ſolchen Stift hat, der die Magnetnadel trägt, heißt ein Compaß. Der kreisrunde Boden der Büchſe wird wie jeder Cirkel in ſeine 360 Grade getheilt, und die Büchſe ſelbſt wird mit einem gläſernen Deckel geſchloſſen, damit man die Nadel ſehen, ſonſt aber nichts hinzu kommen könne, was die Bewegung der Nadel ſtörte.

516. §.

Sobald die Nadel magnetiſch gemacht iſt, wendet ſie ſich mit der einen Spitze, die mit dem Südpol geſtrichen iſt, zwar nach Norden und mit der andern nach Süden: ſie zeigt aber nur an wenigen Orten und ſelten die eigentliche wahre Mittagslinie. Die Richtung der Magnetnadel in Beziehung auf die Gegenden des Horizonts nennt man die magnetiſche Mittagslinie, und der Winkel, welchen ſie mit der wahren Mittagslinie macht, heißt die Abweichung der Nadel oder der magnetiſchen Mittagslinie von der wahren Mittagslinie. Dieſe Abweichung iſt nicht an allen Orten, ja nicht einmal an einerley Orte,

zu allen Zeiten einerley. Wenn man den Compaß auf einer horizontalen Ebene ſo ſtellt, daß der Durchmeſſer ſeines kreisrunden Bodens, bey welchem die Eintheilung in Grade ihren Anfang nimmt, mit der Lage der wahren Mittagslinie überein kommt; ſo zeigt die Spitze der Nadel die Grade ihrer Abweichung. Wenn aber auch die Nadel vorher, ehe ihr der Magnetiſmus mitgetheilet worden, völlig wagrecht auf der Spitze ruhete, ſo bemerkt man doch, nachdem ſie magnetiſirt worden, daß ſich in den nördlichen Gegenden ihre nördliche Hälfte, und in den ſüdlichen die ſüdliche Hälfte unter den Horizont neigt. Man nennt den Winkel, welchen die Nadel alsdenn mit der Horizontallinie macht, ſchlechthin die **Neigung der Nadel**, und damit derſelbe richtig gemeſſen werden könne, muß der **Neigungscompaß** eine ganz andre Einrichtung erhalten, als der vorhin beſchriebene **Abweichungscompaß**.

Damit ſich die Nadel in einer verticalen Ebene frey drehen könne, muß ſie in der Mitte ſtatt des Huts, der nur für die horizontale Bewegung dient, mit feinen Zapfen verſehen ſeyn. Sie wird alsdenn an dieſen Zapfen in der Mitte eines kreisrunden Ringes unterſtützt, den man vertical hängend, oder ſonſt auf andre Art in verticaler Stellung erhalten und zugleich in den magnetiſchen Meridian drehen kann. Die eine Hälfte des Ringes, welche unter ſeinem horizontalen Durchmeſſer liegt, wird gehörig in Grade getheilt,

damit

damit die Spitze der Nadel jedesmal die Grade ihrer Neigung zeigen könne. Die Verſuche lehren, daß die Nadel an einem und demſelben Ort in verſchiedenen Verticalflächen ungleiche Neigungen angebe, die deſto größer ſind, je weiter die Verticalfläche von der magnetiſchen Meridianfläche abweicht. Im Meridian ſelbſt iſt ihre Neigung am kleinſten, und in der Ebene, die mit dem Meridian rechte Winkel macht, ſteht ſie völlig lothrecht.

517. §.

Es hat mehr Schwierigkeit, die **Neigung** der Magnetnadel richtig zu beobachten, als ihre Abweichung, weil der Künſtler weit mehr Sorgfalt anwenden muß, den Neigungscompaß richtig zu liefern, als bey Verfertigung des Abweichungscompaſſes nöthig iſt. Soviel man weiß, hat ein engliſcher Seemann und Künſtler, **Robert Normann**, den erſten Neigungscompaß verfertiget, und im Jahr 1576 zu London die Neigung der Nadel von 71° 50′ beobachtet. Die Erfindung des Abweichungscompaſſes iſt weit älter: es iſt aber weder die eigentliche Zeit der Erfindung, noch der Erfinder ſelbſt bekannt. M. ſ. *Muſſchenbroeck* Diſſertat. Phyſica de magnete, Cap. III. pag. 146. Edit. Viennenſ. de anno 1754. Seit dem Jahr 1741, in welchem eine von der Königl. Franzöſ. Academie der Wiſſenſchaften aufgegebene Preisfrage die Verbeſſerung des Neigungscompaſſes betraf, hat man die Urſachen der ſonſtigen Fehler der Neigungsnadeln, und die Mittel ihnen ab-

abzuhelfen, beſſer kennen gelernt. Die Schriften der Herrn **Bernoulli**, **Euler** und **de la Tour** ſind damals mit Preiſen gekrönt worden, und man findet mehr hieher gehörige Nachrichten in einer Abhandlnng des Herrn **Wilke**; **Verſuch einer magnetiſchen Neigungscharte**, im 30ſten Bande der Abhandlungen der Königl. Schwed. Academie der Wiſſenſchaften auf das Jahr 1768, 209, u. f. Seite. Auch gehört hieher eine unter dem Vorſitz des Herrn Prof. **Mayers** in Greifswalde vom Hrn. Fryxel daſelbſt gehaltene Diſſertation unter dem Titel: Diſputatio gradualis ſiſtens acus inclinatoriæ phænomena, Gryphiswald. 1776. Die Herrn **Brander** und **Höſchel** liefern beydes den Abweichungs- und Neigungscompaß ſehr ſauber und genau gearbeitet, und ſie haben davon kürzlich eine Nachricht unter dem Titel bekannt gemacht: **Beſchreibung des magnetiſchen** *Declinatorii* **und** *Inclinatorii*, **desgleichen eines beſonders bequemen und nutzbaren Sonnenquadranten, zu genauer Beſtimmung der Mittagslinie. Augsburg 1779.**

518. §.

Der Magnet wirket auf ein Stück Eiſen, und umgekehrt das Eiſen auf den Magnet, wenn gleich beyde Körper durch eine andre dazwiſchen gebrachte Maſſe von einander abgeſondert ſind, es ſey Holz, Metall, Glas, oder was man ſonſt will. Am leichteſten zeigt ſich dieſer Erfolg, wenn man

man eine Büchſe mit der Magnetnadel, ſo wie ſie vorhin unter dem Namen des Compaſſes beſchrieben iſt, zu den Verſuchen braucht. Die Büchſe iſt zwar wegen der im 516 §. angeführten Urſache mit einer Glasſcheibe bedekt: wenn man indeſſen ein Stück Eiſen, oder einen andern Magneten nähert; ſo bringt das die Nadel doch gleich in Bewegung. Stehet der Compaß auf dem Tiſch, und man hält den Magneten auch unter dem Tiſch; ſo folgt doch die Nadel, wohin man ſie mit dem Magneten leitet. Herr von Wolff hat 24 zinnerne Teller auf dem Tiſch ineinander geſetzet, und den Compaß oben drauf geſtellet: ſobald er mit dem Magneten unter dem Tiſch kam, konnte er die Nadel, wie er wollte, damit bewegen. Durch einen 3 Zoll dicken Folianten, durch ein groſſes Glas mit Waſſer, durch ſtarkes Meſſing, Silber; u. d. m. äuſſerte der Magnet allemal ſeine Wirkung M. ſ. v. Wolffens Nützliche Verſuche, im IV. Cap. des IIIten Theils. In der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe wird eine daſelbſt hängende eiſerne Nadel vom Magneten durchs Glas der Glocke eben ſo wie in freyer Luft angezogen, oder die Nadel eines unter der Glocke ſtehenden Compaſſes eben ſo bewegt.

519. §.

Man kann Eiſen und Stahl ohne Hülfe des Magnets, auf eine ſolche Art magnetiſiren, die mit dem electriſiren einige Aehnlichkeit hat. Ein mäßig groſſes mehr in die Länge in Form einer

priſ-

priſmatiſchen Stange als in die Breite und Dicke ausgedehntes Stück Eiſen oder Stahl wird auf eine eiſerne Maſſe etwa auf einen Amboß gelegt, und einigemal nach einerley Richtung mit einem ſchweren Stück Eiſen gerieben. Auf dieſe oder andere Art ohne Gebrauch des Magnets verfertigte magnetiſch gemachte Stücken Eiſen oder Stahl heißen im eigentlichſten Sinn **künſtliche, oder durch Kunſt verfertigte** Magnete. Man giebt ihnen die Geſtalt eines Hufeiſens, damit beyde Pole gemeinſchaftlich ein eiſernes Anker mit Gewichten auf ähnliche Art halten können, wie die Armatur eines natürlichen Magneten. Man legt auch mehrere dergleichen künſtliche Magnete an einander und armirt ſie auf ähnliche Art wie die natürlichen Magneten armirt werden. M. ſ. die Leçons de Phyſique par M. Nollet VI. Tome, XIX. Leçon, pag. 184. ſqq. Eben daſelbſt findet man Nachrichten von den Methoden der Hrn. **Le Maire, du Hamel, Knight, Michell, Canton, Antheaulme,** wie ſie die künſtlichen Magneten verfertigen. Des letztern im Jahr 1760 von der Ruſſiſch Kayſerl. Academie der Wiſſenſchaften gekrönte Preisſchrift: Diſſertation, qui a remporté le prix en 1760 au jugement de l' Academie Imperiale des Sciences de St. Petersbourg ſur les queſtions touchans les aimans artificiels Petersb. 1760 iſt auch in eben dem Jahr zu Paris gedruckt unter dem Titel Memoire ſur les Aimans artificiels, qui a remporté le prix de l' Acad. de Petersbourg en 1760. M. ſ. auch

auch Traitè ſur les Aimans artificiels par le R. P. Rivoire de la Comp. de Ieſus, 1752. Von der Methode des H. Canton findet man im 4ten Stück vom 8ten Bande des Hamburgiſchen Magazins, 339, u. f. S. die nöthige Nachricht. Unter andern wird Eiſen auch dadurch magnetiſirt, daß man es glühend im kalten Waſſer plötzlich ablöſcht. M. ſ. v. Wolffens nützliche Verſuche, III. Theil IV. Cap. 63. §. 231. S.

Der natürliche Magnet enthält kein vom Eiſen verſchiedenes Metall; ſondern das Eiſen kann auch zum Magnet oder attractoriſch, und der Magnet zum Eiſen oder retractoriſch werden. Die Erregung des Magnetismus in Eiſen kann, wie die der Electricität, auf eine doppelte Art geſchehen; nämlich durch Mitheilung vermittelſt eines natürlichen oder künſtlichen Magneten, oder durch urſprüngliche Hervorbringung. Die erſtere Art, welche der Hr. Verf. oben §. 514. kurz berührt, hat er nachher weitläuftiger in den Entwurf der Naturw. §. 116. und 117 beſchrieben; und eben daſelbſt auch §. 383 — 386. das Antheaulniſche Verfahren, den Magnetismus im Eiſen urſprünglich und dauerhaft zu erregen, weitläufig angegeben, worauf ich hier verweiſe, weil die Beſchreibung ohne Zeichnung nicht deutlich ſeyn würde. Sonſt verdient noch über die künſtlichen Magneten des Herrn Ingenhouſz Abhandlung: von der magnetiſchen Kraft und den künſtlichen Magneten, in ſeinen vermiſchten Schriften. B. I. S. 395. f. f. nachgeleſen zu zu werden; ingleichen Hrn. Cavallo's theoretiſche und practiſche Abhandlung der Lehre vom Magnet. aus den Engl. überſ. Leipz. 1788. 8.

G.

520. §.

Eiſerne Stangen in verticaler Stellung gehalten äußern ſchon einige magnetiſche Wirkung, welches man auf folgende Art entdeckt. Man ſtellet eine ſehr leicht bewegliche Magnetnadel auf einem hölzernen Tiſch, **Gueridon**, oder einer jeden andern Unterſtützung in bequemer Höhe. Man hält ferner eine runde oder viereckte 2 bis 3 Fuß lange eiſerne Stange von 7 bis 8 Linien im Durchmeſſer in verticaler Stellung zuerſt mit dem untern, hiernächſt auch mit dem obern Ende gegen die Magnetnadel; der Erfolg iſt, daß das untere Ende den Nordpol der Nadel wegſtößt, das obere Ende der Stange aber den Nordpol der Nadel an ſich ziehet. Dagegen zieht das untere Ende der Stange den Südpol der Nadel an ſich, und ſtößt den Nordpol der Nadel von ſich weg. H. **Hemmer** erzählt, er habe zwey viereckte eiſerne Stangen von 1 Zoll in der Dicke und $4\frac{1}{2}$ Fuß Länge im Churfürſtlichen Cabinet der Naturlehre ſtehen, deren oberes Ende immer der Südpol, das unterſte der Nordpol ſey. Dieſes hat nach ſeiner Verſicherung ſtatt, wenn die Stangen auch hundertmal in einer Minute ſanft umgewendet werden, (es iſt wohl nur in einer runden Zahl ſtatt mehreremal zu verſtehen) dergeſtalt, daß dasjenige End, welches einen Augenblick zuvor den Südpol einer Magnetnadel fortſtieß, denſelben jetzt anzieht, und den Nordpol wegſtößt, und ſo umgekehrt. Uebrigens hat man auch ſchon mehrmals bemerkt,

daß

daß eiſerne Stangen von ſelbſt magnetiſch geworden ſind, wenn ſie ſich eine zeitlang in einer verticalen Stellung befunden haben. M. ſ. das oben ſchon angeführte Werk: Hiſtoria et Commentationes Academiæ Electoralis Theodoro-Palatinæ Vol. IV. Phyſicum, pag. 45. Not. a, auch Muſſchenbroeckii Diſſertatio de magnete, pag. 273. edit. Viennenſ.

521. §.

Wenn man die eiſerne Stange in der einen Hand vertical hält, und mit einem eiſernen Hammer in der andern Hand die Stange von einem Ende bis zum andern leicht klopfet, ſo wird ſie ebenfalls einigermaßen magnetiſirt. Bringt man die Stange nun in die horizontale Lage; ſo zieht das Ende, was vorhin oben befindlich war, den Nordpol der Nadel und ſtößt den Südpol: das andre Ende hat die entgegengeſetzte Wirkung. Wenn man nachher die Stange in umgekehrter Stellung wieder vertical hält, und von neuen mit dem Hammer klopfet, ſo haben die Enden der Stenge hiernächſt die entgegengeſetzte Wirkung auf die Nadel. Einer kleinen eiſernen Stange, die etwa zwey Fuß lang, und $\frac{1}{4}$ Zoll dick iſt, theilt man ſchon durch einige leichte Schläge mit einem hölzernen Stabe, ja mit dem bloßen Finger, den Magnetismus mit, wenn ſie dabey durch ein ſchickliches Geſtelle im Magnetiſchen Meridian in derjenigen Neigung gegen den Horizont feſte gehalten wird, welche die Neigungsnadel an dem

Orte des Verſuchs zeiget Das nach unten geneigte Ende wird der Nordpol, und das aufwärts gerichtete der Südpol. Stärkere Schläge mit einem eiſernen Hammer theilen der Stange den Magnetismus auch ſtärker und dauerhafter mit. Wie man den Magnetismus wieder ſchwäche, indem man die Stange nach und nach auſſer ihre rechte Neigung bringt, und beſtändig darauf klopfet, auch auf ähnliche Art den Magnetiſmus wieder erregt, ſo daß nun die Pole in die entgegengeſetzten verwandelt werden, beſchreibt Herr **Brander** umſtändlich in der ſchon angeführten Schrift: **Beſchreibung eines magnetiſchen** ***Declinatorii*** **und** ***Inclinatorii*** **50 u. folg. S.**

522. §.

H **Aepinus** hat in dem oben ſchon angeführten Werk: Tentamen theoriæ Electricitatis et Magnetiſmi, um die magnetiſchen Erſcheinungen zu erklären, folgende der Frankliniſchen Theorie ähnliche Grundſätze angenommen Es giebt eine zarte flüſſige Maſſe in der Natur, wovon alle magnetiſche Erſcheinungen abhängen Die Elementartheilchen dieſer Maſſe fliehen einander, oder ſtoßen ſich unter einander weg, und werden dagegen von den Elementartheilen des Eiſens und aller eiſenhaltigen Maſſen angezogen. Andre vom Eiſen verſchiedene Maſſen und die magnetiſche Materie wirken gar nicht ineinander. Eiſen hat mit den für ſich electriſchen Maſſen die Aehnlichkeit, daß die magnetiſche Materie ſich darin nicht

ganz

ganz ungehindert fortbewegt, und könnte alſo eine für ſich magnetiſche Maſſe heißen: · dagegen giebt es keine magnetiſche Leiter in dem Sinn, daß ſolche Maſſen die magnetiſche Materie anziehen und zugleich frey durchlaſſen ſollten. Vielleicht aber hat man zur Erklärung der magnetiſchen Erſcheinungen keine eigene magnetiſche Materie nöthig; vielleicht hat es der Göttingiſche Herr **Mayer** am beſten getroffen, wenn er die Geſetze ausfündig zu machen ſucht, nach welchen die anziehenden Kräfte wirken, welche ſich zwiſchen den Elementartheilen des Eiſens und des Magnets äußern. Die Abhandlung darüber, welche H. **Mayer** ſchon im Jahr 1760 der Königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften in Göttingen vorgeleſen hat, wird im zweyten Theil des Werks durch den Druck bekannt gemacht werden, wovon bereits im Jahr 1775 der erſte Theil unter dem Titel Tobiæ Mayeri Opera inedita erſchienen iſt.

Ohngeachtet aller theoretiſchen Unterſuchungen über den Magnet ſind wir über die Beſchaffenheit und Wirkungsart der materiellen Urſach deſſelben nicht weiter gekommen. Wir müſſen bey den Erſcheinungen des Magnets eingeſtehen, daß wir von der Urſache ſo viel als nichts wiſſen; und wir müſſen es der Nachwelt überlaſſen, aus mehreren Erſcheinungen, als wir jetzt kennen, eine Theorie zu ſchaffen, die allen Erſcheinungen ein Genüge leiſtet und andern gewiſſen Naturgeſetzen nicht widerſpricht, die nicht erdichtet und im Voraus angenommen, ſondern gefolgert iſt. Bis jetzt ſind alle Erklärungsarten nur hypothetiſch, und manche ſehr abentheuerlich. Außer den von unſern Hrn. Verf. ſchon angeführten Schriften

ten eines Muſſchenbroeck und Aepinus verweiſe ich noch in Anſehung der Theorie auf folgende: *Leon. Euler* opuſculor. T. III. continens novam theoriam magnetis ab. ill. Paris. acad. praemio condecorata. Berol. 1751. 4. *Ant. Brugmanni* tentamina philoſophica de materia magnetica eiusque actione in ferrum et magnetem. Franecq. 1765. 4. überſetzt von Hrn. C. G. Eſchenbach. Leipz. 1784. 8. Ebendeſſelben Magnetismus ſeu de affinitatibus magneticis obſervationes academicae. L. B. 1778. 4. überſetzt von C. G. Eſchenbach. Leipzig 1781. 4. In den beyden letztern Werken wird man noch viele neue und intereſſante Thatſachen finden. Ein Preis, welchen die Churfürſtlich Bayerſche Academie in den Jahren 1774 und 1776 über die Frage ausgeſetzt hatte; ob und wie viel zwiſchen Electricität und Magnetismus eine Aehnlichkeit angenommen werden könnte? hat auch einige hieher gehörige umſtändliche Unterſuchungen veranlaßt. Zwey Preisſchriften, welche die Herren van Swinden und Stieglehner zu Verfaſſern haben, finden ſich nebſt einer von Herrn Hübner eingeſandten Schrift im 2 B. der neuen Abhandl. der bayerſchen Academie der Wiſſenſchaften. München 1780. Hr. van Swinden hat dieſe Abhandl. ins franzöſiſche überſetzt, und vermehrt in drey Theilen herausgegeben, unter dem Titel: Recueil de Memoires ſur l'analogie de l'electricité et du magnetisme. à la Hage. 1784. Eine kurze Ueberſicht von dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer den Magnetismus betreffenden Kenntnißen finden die Leſer in den ſchon angezeigten Werke des Hrn. Cavallo: theoretiſche und practiſche Abhandlung der Lehre vom Magnet mit eigenen Verſuchen. Leipzig 1788. 8. G.

523. §.

523. §.

In den letztverfloſſenen zehn Jahren ſind die Naturforſcher und andre Liebhaber der Naturleh- re mit ungemein vielerley Arten von Verſuchen äußerſt geſchäftig geweſen; nur Schade, daß viele davon, bey allem großen Anſchein von der Wich- tigkeit der Entdeckungen, die man gemacht zu ha- ben glaubte, noch immer gar ſehr zweifelhaft ge- blieben ſind, ſo daß man ſelbſt nicht recht weiß, was man daraus machen ſoll. Außer den oben ſchon angeführten Schäfferſchen Verſuchen mit dem Electricitätsträger gehören hieher die Erſchei- nungen, und beſonders auch die Heilungen von mancherley Krankheiten, welche H Doctor **Meß- mer** in Wien zuwege gebracht haben will. Es würde hier viel zu weitläuftig fallen, die Sache nur einigermaßen vollſtändig zu erzählen: deßwe- gen beziehe ich mich in der Hauptſache auf die im Jahe 1778 bey Hilſchern in Leipzig herausgekom- mene **Sammlung der neueſten gedruckten und geſchriebenen Nachrichten von Magnet- curen, vorzüglich den Meßmeriſchen.**

H. **Meßmer** will beobachtet haben, daß die magnetiſche Materie mit der electriſchen faſt einer- ley ſey; daß ſie eben ſo, wie jene, durch andre Körper könne fortgeflanzt werden Er will gefun- den haben daß nicht der Stahl allein geſchickt ſey, die magnetiſche Kraft anzunehmen, er will Pa- pier, Brod, Wolle Seide, Leder, u. ſ. w. kurz alles, was er nur berührte, magnetiſch gemacht, ja auch Flaſchen mit der magnetiſchen Materie

geladen haben, wie ſie ſonſt mit der electriſchen geladen werden. (a. a. O. 21. 22. Seite.) Er will die ſchwerſten convulſiviſchen Krankheiten, das Blutſpeyen, eine vom Schlagfluſſe zurückgebliebene Lähmung, ein vom Zorn verurſachtes Zittern, und alle andre ihm vorgekommene hypochondriſche, convulſiviſche und hyſteriſche Zufälle, mittelſt ſeiner ſo genannten Magnetcur geheilet haben. Aus den zuerſt in den Jahren 1774 und 1775 hievon bekannt gemachten Nachrichten mußte man ſchlieſſen, daß H. **Meßmer** das alles mit Hülfe künſtlicher Magnete wolle zu Stande gebracht haben: nach der Zeit aber hat er es einem ſo genannten thieriſchen Magnetismus zugeſchrieben, ohne daß er ſich deutlich darüber erklärt hätte, was das ſeyn ſoll. Der Name ſcheint aus dem bekannten Kircherſchen Werk: Magnes, ſive de arte magnetica opus tripartitum, Colon. Agripp. 1643, entlehnt zu ſeyn, weil der 6ſte Theil im 3ten Buch 657 S. die Inſchrift führet: Magnetiſmus animalium. Unter andern werden daſelbſt die Eigenſchaften des Zitterfiſches oder Krampffiſches im IV. §. des II. Cap. unter der Aufſchrift: De Torpedinis Magnetiſmo erzählt. (Man vergleiche **Prieſtleys Geſchichte der Electricität** 1 Theil, 10 Periode 15 Abſch. 277. u. f. S. der Ueberſ.) und hiemit ſcheinen die Wirkungen viel ähnliches zu haben, die H. **Meßmer** dem Thieriſchen Magnetismus, und beſonders dem Magnetismus ſeines eigenen Körper zuſchreibt, wenn er durch bloſſes Berühren mit ſeiner Hand,

ja

ja wohl gar ohne Berührung, wenn er ſich nur einer zu convulſiviſchen Zufällen geneigte Perſon näherte, bald die heftigſten convulſiviſchen Zufälle erregt, bald wieder gelindert hat.

Nach **Kirchers** Bericht haben **Galenus**, **Dioſcorides** und **Avicenna** dem Magneten ſchon die Kraft zugeſchrieben, die dicken Säfte im menſchlichen Körper zu verbeſſern: auch ſoll er äußerlich am Halſe getragen die Krämpfe heilen, und Nervenſchmerzen lindern. (M. ſ. a. a. O. Lib. III. Part. VII. Cap. I. pag. 679). Die nächſten Veranlaſſungen zu den vermeinten Meßmerſchen Entdeckungen ſollen die Nachrichten aus Engelland gegeben haben, woſelbſt man den Magnet unter andern als ein Heilungsmittel wieder die Zahnſchmerzen, und bald nachher auch wider den Magenkrampf, angeprieſen hatte. Die Nachrichten aus Göttingen von dem glücklichen Erfolge der **Klärichſchen** Verſuche, den Magnet wieder die Zahnſchmerzen zu brauchen, erregten eine allgemeine Aufmerkſamkeit: weil man aber keine Regeln fand, um jedesmal zu prüfen, unter welchen Umſtänden man vom Gebrauch des Magnets mit Sicherheit Hülfe erwatten könne; ſo verlohr ſich dieſe Aufmerkſamkeit eben ſo bald, als ſie war erregt worden. Es ſcheint auch, als wenn **H. Meßmer** mit ſeinem Thieriſchen Magnetismus vom Schauplatz ſchon wieder abgetreten ſey: das ausführliche Werk, was er davon verſprochen hat, iſt noch nicht erſchienen.

Herr Meßmer hat ſich nachher wieder auf den Schauplatz gemacht, ihn aber wo anders hin verlegt, nämlich nach Frankreich; wo er zwar auch nicht lange ſeine Rolle ſpielte, aber ſich doch eine Menge Jünger und Gläubige erwarb, welche den thieriſchen Magnetismus ſogar wiſſenſchaftlich zu behandeln ſuchten deren Arbeiten aber in Deutſchland das gehoffte Glück nicht fanden, und auch in Frankreich jetzt durch ernſthaftere Unterſuchungen über Freyheit und Menſchenrechte unterdrückt zu ſeyn ſcheinen.

G.

Der XXIV. Abſchnitt.

Von den Lufterſcheinungen oder Meteoren.

524. §.

Alle Arten des Flüchtigen, welche die Chymie vermittelſt der Auflöſungen, der Gährungen und Fäulniß, auch vornemlich vermittelſt der Gewalt des Feuers hervorbringen kann, bringt auch die Natur vermittelſt eben der Mittel zu Stande, und erfüllet damit die Atmoſphäre, welche die Erde umgiebt. Dies zeiget Muſchenbröck ſehr umſtändlich in der Intr duct ad Philoſophiam Naturalem, Tomo II Cap XLI pag 937 ſqq. und man wird ſich um ſo mehr von der Richtigkeit dieſer Behauptung überzeugt halten, wenn man hiemit die neuern Verſuche und Erfahrungen ver=

vergleichen will, wovon im XXI Abſchnitt umſtändlich iſt gehandelt worden. Durch Meteore verſtehet man überhaupt alle über uns in der Luft vorgehende Begebenheiten, und die mancherley Erſcheinungen, welche die mit der Luft vermiſchten Maſſen darſtellen. Demnach gehören dahin Regen und Thau, Schnee, Hagel, Reif, Nebel, Winde und Stürme, Donner und Bliß, Nordlichter, Feuerbälle, fallende Sterne, die Höfe um Sonne und Mond, die Nebenſonnen, der Regenbogen, und andre Erſcheinungen mehr, wovon man die Urſachen zum Theil ſchon mit Zuverläßigkeit kennet, zum Theil aber noch immer mehr ausfündig zu machen und ins Licht zu ſetzen bemühet iſt.

525. §.

Man iſt gewohnt, unter dem allgemeinen Namen der Dünſte alle die fremdartigen mit der Luft vermiſchten Theilchen zu verſtehen, die nicht eigentlich Beſtandtheile der Luft ſelbſt ſind. Es gehören dahin vornemlich die wäſſerigen Dünſte, die nichts anders als aufgelößtes Waſſer ſind, und in Geſtalt des Thaues, des Regens, Schnees, u. ſ. f. mehr wieder herunter fallen. Die Luft iſt für das Waſſer ein wahres Auflöſungsmittel, und die Wärme befördert dieſe Auflöſung des Waſſers in der Luft wie alle andre Auflöſungen gar ſehr. Stellet man ein Gefäß mit Waſſer an die freye Luft, ſo merkt man ſehr bald. daß ſich die Menge deſſelben immer mehr und mehr vermindere, beſonders wenn das Gefäß etwas weit alſo die Oberfläche

des

des Waſſers, worinn Luft und Waſſer einander berühren, ziemlich groß iſt. Dieſer Erfolg iſt es, den man die **Ausdünſtung** nennt, und welcher vom **Verdampfen** des Waſſers und andrer flüſſiger Maſſen in der Hitze unterſchieden werden muß. Alle Umſtände treffen bey der Ausdünſtung vollkommen mit demjenigen zuſammen, was bey andern Auflöſungen erfolgt. Wenn man ſich die Sache ſo vorſtellet, ſo wird es vollkommen begreiflich, wie es möglich ſey, daß auch das Eis bey dem ſtärkſten Froſtwetter ausdünſte, wovon unter mehrern andern beſonders der Boyliſche Verſuch bekannt iſt, welchen auch H. v **Wolff** im 3ten Theil der **Nützlichen Verſuche**, im VI. Cap. im 87 § 231. S. erzählt.

Ungekehrt ſcheint allein die Kälte ſchon eine der vornehmſten Urſachen zu ſeyn, welche die Dünſte wieder verdichtet und niederſchlägt. Im Sommer bey warmer Witterung ſiehet niemand ſeinen Othen: im Winter bey kalter Witterung iſt der Othen der Menſchen und Thiere ſichtbar, weil die Kälte ſogleich die Feuchtigkeit verdichtet, welche mit der Luft aus der Lunge ausgeſtoßen wird. Je höher aber eine Gegend über der Erd- und Meeresfläche erhaben iſt, deſto kälter iſt es daſelbſt: alſo begreift man ſchon allein daher, wie es zugehe, daß die in der Luft aufgelößten wäſſerigen Dünſte, wenn ſie die obere Luftgegend erreichen, wieder verdichtet und von der Luft abgeſondert werden. Uebrigens tragen ohne Zweifel auch noch andre Urſachen das ihrige dazu bey.

Die Auflöſung des Waſſers in der Luft als dem Menſtruo hat mit andern Solutionen darin Aehnlichkeit, daß, wenn das Auflöſungsmittel durchſichtig iſt, es auch die geſchehene Auflöſung bleibe; daß heiße Luft mehr auflößt, als kalte, und daß daher die in der Hitze mit Feuchtigkeit geſättigte Luft einen Antheil der letztern fahren laſſen muß, wenn ihre Temperatur erniedriget wird. Beyſpiele geben: unſer Hauch im Winter, das Anlaufen kalter Körper in feuchten warmen Stuben, das Schwitzen der Fenſter zur Winterszeit, u. d. gl. mehr.

Die Meteorologie hat über dieſen Gegenſtand in neuern Zeiten ſehr viele ſchätzbare und neue Unterſuchungen erhalten, und die beyden Männer, Sauſſure und de Luc haben ſich insbeſondere um dieſen wichtigen Theil der Naturkunde verdient gemacht. Die Schrift des erſtern hat in der Ueberſetzung den Titel: Verſuch über die Hygrometrie, durch Horaz Bened. de Sauſſure Leipz. 1784. 8.; die des andern: Neue Ideen über die Meteorologie, von J. A. de Luc. Th. I. II. Berlin und Stettin 1787. 1788. 8. G.

526. §.

Unter dem Namen der Hygrometer, oder Feuchtigkeitsmeſſer, hat man ſchon auf mancherley Art Werkzeuge zuverfertigen geſucht, welche es anzeigen ſollen, wie ſich die Menge der feuchten Dünſte in der Luft von Zeit zu Zeit ändern. Könnte man vermittelſt eines ſolchen Hygrometers erfahren, wieviel feuchte Dünſte jedesmal mit einer beſtimmten Menge Luft vermiſcht ſind: ſo würde es ſeiner Abſicht am beſten ein Genüge leiſten. H Lambert hat diejenige Art der Hygrometer ſehr verbeſſert, woran die Hauptſache ein Stück von einer Darmſeite iſt, die von

der

der Feuchtigkeit aufſchwillet, und ſich zugleich aufdrehet, umgekehrt aber wieder zuſammen läuft, wenn ſie trockner wird. Man hängt das obere Ende an einem kleinen Geſtelle auf, beſchweret das untere mit einem nur ſo ſchweren Gewicht, als nöthig iſt, die Saite grade zu ziehen, und bringt unten einen Zeiger an, der ſich mit der Saite vor und rückwärts umdrehet, nachdem ſich die Feuchtigkeit der Luft ändert. Ferner bringt man eine wagrecht liegende Scheibe ſo an, daß entweder die Saite ſelbſt durch eine in ihrem Mittelpunct befindliche nur ſo große Oefnung hindurch gehet, als nöthig iſt, damit die Saite ſich frey aufdrehen und wieder zuſammenlaufen kann; oder auch ſo, daß die lothrecht herabhängende Saite auf den Mittelpunct der Scheibe zutrift. Den Umfang der Scheibe kann man in 360 Grade theilen, ſo dient das, die Größe des Winkels zu erkennen, um welchen ſich der Zeiger jedesmal drehet, wenn die Luft feuchter oder trockner wird.

Worauf man bey Verfertigung ſolcher Hygrometer zu ſehen habe, wenn ſie mit einander übereinſtimmen ſollen, und wie man aus der Gröſſe des Winkels, um welchen ſich der Zeiger gedrehet hat, finden kann, um wieviel ſich die Menge der feuchten Dünſte in ſoviel Luft, als den Raum eines Cubicfußes füllet, geändert habe, davon findet man umſtändliche Nachrichten in zwoen beſondern vom H. Lambert aufgeſetzten Abhandlungen: Eſſai d'Hygrometrie, ou ſur

la

la meſure de humidité, und: Suite de l'Eſſai d'Hygrometrie. M. ſ. die Hiſtoire de l' Acad. Royale des Sciences de Pruſſe Tome 25, A. 1769. pag. 68 ſqq. und Nouveaux Memoires pour l' Année 1772, pag. 65. ſqq. Beyde Abhandlungen hat man in einer zu Augsbung in den Jahren 1774 und 1775 herausgekommenen deutſchen Ueberſetzung unter dem Titel: **Hrn. Profeſſor Lamberts Hygrometrie, oder Abhandlung von den Hygrometern, und: Fortſetzung der Hygrometrie.** M. ſ. auch meine **Anfangsgründe der Mathematiſchen Wiſſenſchaften im 2ten Bande, den 59 u. f. §. der Aeroſtat. 292. u. f. Seite.** Andre vormals gebräuchlich geweſene Hygrometer beſchreibt H. v. Wolff im 2ten Theil **der nützlichen Verſuche, im VI. Cap. im 96-101 §.**

Auch das Hygrometer iſt ſeit der Zeit der Vollkommenheit näher gebracht worden. Das von Herrn von Saußure erfundene Haar-Hygrometer empfiehlt ſich durch ſeine Empfindlichkeit vor allen andern. Man findet die Beſchreibung davon in dem in der Anm. des vorigen §. angeführten Werke deſſelben. Die Erinnerungen, welche Herr de Luc dagegen gemacht hat, und die Beſchreibung ſeines neuen Hygrometers ſtehen in dem ebenfalls daſelbſt angeführten Werke deſſelben, §. 61 — 98. und Th. II. S. 256. f. f.

G.

527. §.

Der Thau entſteht nach Untergang der Sonne des Abends und während der Nacht von den Ausdünſtungen der Pflanzen, auch zum Theil

mit

mit von andern wäſſerigen Dünſten, welche die Luft vorher aufgelöſet enthielte, die nun durch die Kälte davon geſchieden werden. Der **Nebel** entſteht aus einer ähnlichen Urſache nicht allein nahe an der Erde, ſondern auch in höhern Luftgegenden, und bildet daſelbſt die Wolken. Wenn die Kälte ſo groß iſt, daß ſie das Waſſer zum Frieren bringen kann, ſo erzeuget ſich der **Reif** als gefrorner Thau und Nebel; weil auch die Luft in höhern Luftgegenden allemal kalt genug dazu iſt; ſo frieren die Dünſte in der obern Luft ſehr oft ſogleich, indem ſie ſich von der Luft ſcheiden. Im Winter wird auf ſolche Art der Schnee erzeuget Bey geringerer Kälte fließen die von der Luft geſchiedenen, wäſſerigen Dünſte in größere Tropfen zuſammen, und fallen als Regen herab. Gelangen die Regentropfen in Gegenden der Atmoſphäre die vorzüglich kalt ſind, oder kommen vielleicht noch andre bisher nicht völlig bekannte Urſachen hinzu, ſo entſteht der Hagel.

Um die Menge des jährlich fallenden Regens zu meſſen, dient ein etwas weites Gefäß unter dem Namen eines **Hyetometers**, das man dem Regen ausſetzet, um allen Regen aufzufangen, der auf ein Fläche fället, welche die Größe vom oberſten Querſchnitt des Gefäßes hat. Die übrige Einrichtung des Gefäßes mag ſeyn wie ſie will, wenn man nur jedesmal die Menge des hinein gefallenen Regenwaſſers in Cubiczollen finden kann, zu dem Ende kann man das Waſſer in ein andres Gefäß gießen, von einer ſolchen Figur, deren

ren körperlicher Inhalt leicht geometriſch gefunden wird. Man dividirt hiernächſt die in Cubiczollen ausgedrückte Menge des ins Gefäß hineingefallenen Regens mit der Größe der Fläche der Oeffnung in Quadratzollen ausgedrückt: ſo findet man, wie hoch das Regenwaſſer in dem Gefäß geſtanden hätte, wenn es ein grades Priſma, oder ein grader Cylinder wäre. So hoch wäre alſo das Waſſer über der Erdfläche ſtehen geblieben, wenn es nicht in die Erde hineingedrungen wäre, und ſich ſonſt verlaufen hätte. In dieſem Sinne ſagt man, es habe das ganze Jahr hindurch ſo und ſo viele Zolle hoch geregnet. In den hieſigen Gegenden beträgt dieſe Höhe ohngefähr 20 Zoll.

528. §.

Der Regenbogen erſcheint gewöhnlich alsdenn in einer Wolke, aus welcher der Regen in Tropfen wirklich herabfällt, wenn der Zuſchauer die Sonne grade hinter ſich hat, indem er grade gegen die Wolke ſiehet. Der eigentliche Hauptregenbogen iſt überdem noch mit einem gröſſern Nebenregenbogen umgeben, welcher ſich von dem erſten theils durch die mindere Lebhaftigkeit der Farben, theils auch dadurch unterſcheidet, daß die Ordnung, in welcher die Farben folgen, derjenigen entgegengeſetzt iſt, in welcher ſie in dem Hauptregenbogen aufeinander folgen. Ueberhaupt betrachtet hat die Sache ihren Grund darin, weil das Sonnenlicht in den herabfallenden kugelrunden Regentropfen beydes zu-

gleich gebrochen und zurückgeworfen, aber auch bey der Brechung zugleich in ungleichartiges Licht
101. von verſchiedenen Farben zerſtreuet wird (391. §.)
Fig. Es ſtelle SD einen Sonnenſtrahl vor, der bey D auf einem Regentropfen fällt, deſſen Mittelpunct C iſt; ſo wird diejenige Ebene, welche man ſich durch den Punct C, und den Strahl SD vorſtellen kann, den Waſſertropfen in einem größten Kreiſe FK ſchneiden, worin auch der Halbmeſſer CD liegt. Dieſer Halbmeſſer iſt zugleich das Einfallsloth, (360 §.) alſo CDA der Neigungswinkel. Der gebrochene Strahl ſey DE; ſo iſt CDE der gebrochene Winkel, und für Luft und Waſſer hat man das Brechungsverhältniß ſin CDA : ſin CDE = 4 : 3 (361 §.). In E erfolgt zwar eine neue Brechung, und es geht ein Theil des Lichts daſelbſt wieder aus dem Tropfen weg in die Luft; der übrige Theil aber wird von E nach F zurückgeworfen, ſo daß die Winkel CED und CEF gleich groß ſind. (359. §.) Bey F erfolgt eine neue Brechung aus der Lage FH in die Lage FG auch wird ein Theil des auf F fallenden Lichts von eben der Stelle F wieder nach FK zurückgeworfen. Solcher Brechungen und Zurückwerfungen erfolgen noch mehrere: dieſe aber tragen zu der Erſcheinung des Hauptregenbogens nichts bey, von welchem für jetzt noch allein die Rede iſt. Um im Ausdruck deſto kürzer zu ſeyn, ſoll der Winkel SAG der Zurückſtrahlungswinkel heißen unter welchem der aus dem Tropfen zurückgehende Strahl FG den einfallenden SD ſchneidet.

529. §.

529. §.

Der in D auffallende Sonnenſtrahl wird bey der Brechung in D in mehrere Strahlen von verſchiedenen Farben zerſtreuet. Wenn das rothe Licht in die Lage DE gebrochen wird, ſo wird dagegen das ſtärker brechbare gelbe Licht in die Lage De gebrochen. Bey der Zurückwerfung kommt das rothe Licht in die Lage EF, das gelbe in die Lage ef: die zweyte Brechung bringt alſo das rothe Licht in die Lage FG, das gelbe in die Lage fg. Wenn ferner der rothe Strahl FG und der einfallende SD einander in A unter dem Winkel SAG ſchneiden; ſo wird dagegen der einfallende Strahl SD von dem gelben fg in B unter einem kleinern Winkel SBg geſchnitten. Stehet alſo ein Zuſchauer bey G ſo, daß ſein Auge den rothen Strahl FG auffängt, ſo erſcheint demſelben wenigſtens an der Stelle F der Tropfen roth. Weil das grüne, blaue und violette Licht, nach der Ordnung, wie hier die Farben genannt ſind, immer mehr brechbar iſt; ſo werden ſich dieſe Farbenſtrahlen, in ſo fern ſie von der Zerſtreuung des einfallenden Strahls SD ihren Urſprung haben, nach der erſten Zurückwerfung und der darauf erfolgten Brechung, immer mehr gegen den einfallenden Strahl SD neigen. Demnach wird der Winkel des einfallenden und zurückgehenden Strahls, oder der hier Kürze halber ſo genannte Zurückſtrahlungswinkel, deſto kleiner ausfallen, je mehr brechbar das Licht iſt.

101. Fig. Man nehme an, der Strahl SD komme vom Mittelpunct der Sonne, und ein andrer Strahl SC, der eben daher kommt, gehe durch den Mittelpunct C des Regentropfens; ſo ſind SD und SC wegen der großen Entfernung der Sonne mit einander parallel. Der Strahl SC gehet ungebrochen durch, und was zurückgeworfen wird, ſtrahlet in ihn ſelbſt zurück. Das aus dem Tropfen zurückgehende Licht macht alſo mit dem einfallenden Strahl gar keinen Winkel, es mag zu einer Farbe gehören zu welcher es wolle. Für die übrigen mit SC parallel einfallenden Strahlen findet man den Zurückſtrahlungswinkel deſto gröſſer, je weiter der einfallende Strahl von SC entfernt iſt: jedoch nimmt hiernächſt der Zurückſtrahlungswinkel wieder ab. Alſo muß es in einer gewiſſen beſtimmten Entfernung von SC einen damit parallel einfallenden Strahl SD geben womit der gröſte Zurückſtrahlungswinkel zuſammen gehört. Weil auch ferner das Verhältniß der Refraction für die ungleichartigen Farbenſtrahlen verſchieden iſt; ſo giebt es für eine jede Art des gefärbten Lichts einen einfallenden Strahl wie SD, womit der gröſte Zurückſtrahlungswinkel des Lichts von eben dieſer Farbe zuſammen gehört.

Wenn SD den einfallenden Strahl vorſtellt, womit der gröſte Zurückſtrahlungswinkel SAG des rothen Lichts zuſammen gehört: ſo iſt dieſer Zurückſtrahlungswinkel zugleich für mehrere Strahlen, die in der Nähe des Strahls SD auffallen

bey=

beynahe einerley. Wenn alſo das Auge eines Zuſchauers den rothen Strahl FG auffängt; ſo erhält es außerdem noch mehr rothe mit FG ſehr nahe parallele Strahlen, und dieſe zugleich in größerer Menge, als die Strahlen andrer Lichtarten, die es nur zerſtreuet und in geringerer Menge erhält. Demnach erſcheint der ganze Tropfen dem Auge vornehmlich mit der rothen Farbe. Wenn ferner SD den einfallenden Strahl 102. Fig. vorſtellet, womit der größte Zurückſtrahlungswinkel SBg des violetten Lichts zuſammen gehört; ſo folgt aus den eben angeführten Gründen, daß in der Nähe von fg noch mehr violette mit fg parallele Strahlen aus dem Regentropfen zurück gehen, hat alsdenn das Auge in O ſeine Stelle da, wo FG und fg einander ſchneiden, ſo erſcheint demſelben der untere Tropfen mit der violetten, und der obere mit der rothen Farbe.

531. §.

Nach Verſuchen, die H. Newton angeſtellet hat, iſt das Brechungsverhältniß beym Uebergange des Lichts aus Luft in Regenwaſſer für die 102. Fig. am wenigſten brechbaren Strahlen $= 180 : 81 = 4 : 3$, für die am meiſten brechbaren Strahlen $= 109 : 81$, und man findet durch Rechnung den Winkel OAS $= 42^\circ\ 7'$, den Winkel OBS $= 40^\circ . 17'$. So ſind die Verhältniſſe der größten und kleinſten Brechung in der von H. Clarke im Jahr 1706 veranſtalteten lateiniſchen Ausgabe der Newtonſchen Optik pag. 107, und 142

angegeben. Die Lectiones Opticæ annis 1669, 1670 et 1671 in ſcholis publicis habitæ, Lond. 1729, ſind von jener Ausgabe noch unterſchieden, und hieſelbſt ſind pag. 287 und 288 die Verhältniſſe 185 : 138, und 182 : 138 bey der Rechnung zum Grunde gelegt. Nun ſey O das Auge eines Zuſchauers, der den herab fallenden Regen vor ſich, und hinter ſich die Sonne hat; überdem ſey OP mit den Sonnenſtrahlen parallel, der Winkel POg = 40° 17′ und POG = 42° 7′: ſo wird jeder von den herabfallenden Regentropfen, deſſen Mittelpunct durch OG fällt, auf einen Augenblick dem Zuſchauer roth erſcheinen, und jeder andre auf einen Augenblick violet, deſſen Mittelpunct durch Og fällt. An die Stellen dieſer Regentropfen kommen unmittelbar nachher andre, welche eben die Erſcheinng darſtellen: alſo bleibt die Empfindung der rothen oder violetten Farbe an den Stellen, wohin die Linien OG, Og, treffen, ſo lange als der Regen währet, und die Sonne hinein ſcheinet, ununterbrochen. Für unſre Empfindung iſt es eben ſoviel, als wenn jede Linie OG, die mit OP einen Winkel von 42° 7′ macht, auf einen rothen Tropfen träfe, und jede Linie Og die mit OP einen Winkel von 40° 17′ macht, auf einen violetten Tropfen. Demnach ſiehet der Zuſchauer um OP herum einen rothen Kreis von 42° 7′ im ſcheinbaren Halbmeſſer, und einen violetten Kreis von 40° 17′ im Halbmeſſer. Die weniger als violette und mehr als rothe brechbaren Strahlen geben, wie

nun

nun leicht zu überſehen iſt, eben ſolche Kreiſe zwiſchen dem violetten und rothen in der bekannten Ordnung der prismatiſchen Farben: violett, dunkelblau, hellblau, grün, hellgelb, dunkelgelb, roth. Die ganze Breite des Regenbogens wäre alſo $42^\circ\ 7' - 40^\circ\ 17' = 1^\circ\ 50'$.

531. §.

Bey dieſen Schlüſſen iſt nur dasjenige Licht in Betrachtung gezogen, was vom Mittelpunct der Sonne kommt. Weil aber der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne $\frac{1}{4}$ Grad beträgt, ſo ſind die Strahlen, welche von Puncten des äußerſten Randes kommen, gegen diejenigen, welche vom Mittelpunct kommen, unter dem Winkel von $\frac{1}{4}$ Grad geneigt. Wenn nun in O das Auge, und OAS 103. Fig. der größte Zurückſtrahlungswinkel für die Strahlen iſt, die vom Mittelpunct der Sonne, und nach der Zurückſtrahlung ins Auge kommen; ſo nehme man im Strahl SA den Punct S, wo man will an, ſo wird auch durch denſelben ein Strahl vom obern, und ein andrer vom untern Sonnenrande kommen. Man zeichne den Winkel ASM, ASN, und mache jeden dem ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne von $\frac{1}{4}$ Grad gleich. Eben ſo groß mache man auch die Winkel AOM, AON; und ziehe OS: ſo iſt die Summe der Winkel an der Grundlinie OS im Dreyeck OAS eben ſo groß, als die Summe der Winkel an eben der Grundlinie in den Dreyecken MOS und OSN iſt, mithin ſind auch die Winkel an den Spitzen A M und N gleich groß.

 Dem=

Demnach iſt SMO der größte Zurückſtrahlungswinkel für die Strahlen, die von m her aus dem obern Sonnenrande kommen, und SNO iſt dieſer größte Zurückſtrahlungswinkel für die Strahlen, welche von n her aus dem untern Sonnenrande kommen: vorausgeſetzt, daß gleichartige Strahlen von einerley Farbe verſtanden werden. Daraus folgt, daß das Auge auf ſovielen Tropfen, als innerhalb des Winkels NOM liegen, einerley Farbe ſehen müſſe. Die ſcheinbare Breite eines jeden von den farbigten Kreiſen allein würde alſo, wie der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne, $\frac{1}{2}$ Grad betragen, wenn er allein ohne Vermiſchung mit den angränzenden geſehen werden könnte. Weil übrigens dieſen Schlüſſen gemäß die halbe ſcheinbare Breite des rothen ſowohl als des violetten Kreiſes $\frac{1}{4}$ Grad beträgt; ſo kommt zu der im vorigen §. angezeigten Breite des Regenbogens noch an jeder Seite $\frac{1}{4}$ Grad. zuſammen $\frac{1}{2}$ Grad hinzu, und die ganze Breite wird $2^{\circ}20'$. Weil aber die äußerſten Farben, und beſonders das violette, ſehr matt ſind, ſo erſcheint der Regenbogen nur unter einer Breite von 2 Graden.

533. §.

101. Fig. Wenn man den Weg des Lichtſtrahls SDEF im Regentropfen, wie ihn die 101ſte Figur vorſtellet, weiter verfolget; ſo ergiebt ſich, daß auch von F noch ein Theil des Lichts nach K zurückgeworfen werde, wovon wiederum ein Theil bey K gebrochen wird, und nach KL aus dem Tropfen

heraus,

herausgehet. Weil dieſes Licht aufwärts ſtrahlet ſo würde es das Auge eines Zuſchauers unten im Horizont nicht treffen können. Je näher übrigens der Strahl SD dem Strahl SC rückt, der mit jenen parallel durch des Tropfens Mittelpunct gehet, deſto näher kommt der Winkel SIL des einfallenden und zurückgehenden Strahls 180 Graden. Wenn ferner der Sonnenſtrahl nicht oberhalb ſondern unterhalb des Mittelpuncts vom Regentropfen einfällt, wie es die 104 Figur vorſtellt; ſo 104. Fig.
iſt Sbdefh der Weg des Strahls, und dieſer Strahl könnte wohl in das Auge O eben des Zuſchauers gelangen, der aus dieſer Stelle den Hauptregenbogen ſiehet. Der einfallende Strahl Sb und der zurückgehende fh ſchneiden einander unter dem Winkel SaO, der anfangs 180° betrug, als Sb durch den Mittelpunct c lief. Für gröſſere Entfernungen vom Mittelpunct c wird der Winkel SaO anfangs kleiner und hiernächſt wieder gröſſer. Hier giebt es alſo für jede Art des gefärbten Lichts einen Strahl wie Sb, womit der kleinſte Zurückſtrahlungswinkel SaO des Lichts von eben dieſer Farbe zuſammen gehört. Alsdenn iſt dieſer Zurückſtrahlungswinkel wiederum für mehrere Strahlen, die in der Nähe von Sb damit parallel auffallen, beynahe einerley, und das Auge in O erhält auſſer dem Strahl ah noch mehr damit parallele Strahlen von eben der Farbe: mithin ſcheint der Tropfen vornehmlich eben die Farbe zu haben.

534. §.

104. Fig. Schon aus Betrachtung der Figur erhellet, daß bey einerley Lage des einfallenden Strahls, Sb, (alſo bey einerley Sonnenhöhe) und bey einerley Entfernung deſſelben vom Mittelpunct des Tropfens, der Winkel SaO deſto größer ausfalle, je brechbarer das nach ah zurückgehende Licht iſt; daß aber eben der Winkel SaO deſto kleiner ſey, je weniger brechbarer das Licht iſt, welches nach ah zurückſtrahlet. Wenn alſo SaO der kleinſte Zurückſtrahlungswinkel für das rothe Licht iſt; ſo ſind die kleinſten Zurückſtrahlungswinkel für das gelbe, grüne, blaue, und violette Licht nach der Ordnung immer größer. Nach Herrn Newtons Rechnung iſt für rothes Licht der kleinſte Zurückſtrahlungswinkel $= 50° 57'$, für violettes Licht aber iſt dieſer Winkel $= 54° 7'$. Es ſey alſo der Winkel POh $= 50° 57'$ und POk $= 54° 7'$; ſo erhält das Auge in in der Richtung hO rothes, in der Richtung kO aber violettes Licht. Demnach ſiehet der Zuſchauer um OP herum ein Nebenregenbogen, wovon der innere ſcheinbare Halbmeſſer $50° 57'$, der äußere $54° 7'$ beträgt, mithin die ganze Breite $3° 10'$. Zu dieſer Breite kommt wegen des ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne noch ein halber Grad: daß alſo die ganze Breite $3° 40'$ wäre, wenn nicht wegen des matten Lichts und der geringen Lebhaftigkeit der Farben dieſe Breite geringer ausfiele. Die farbichten Kreiſe folgen in dieſem Nebenregenbogen nicht in eben der Ordnung, wie im Hauptregenbogen,

ſondern

ſondern in der entgegen geſetzten Ordnung. Der innerſte Kreis iſt roth, und es folgt der gelbe, grüne, blaue, violette Kreis in dieſer Ordnung von innen nach außen.

535. §.

Außer dem Hauptregenbogen giebt es wirklich mehr als einen Nebenregenbogen, und man kann die bisherigen Schlüſſe leicht weiter verfolgen, um ſich davon zu überzeugen: nur iſt die Lebhaftigkeit der Farben im zweyten Nebenregenbogen ſchon ſo ſehr geſchwächt, daß man nur ungemein ſelten dieſen zweyten Nebenregenbogen, und noch vielweniger die folgenden Nebenregenbogen ſiehet. Herr Joh. Bernoulli hat darüber allgemeine Unterſuchungen angeſtellet in einer Abhandlung: Ordre du calcul pour la determination des Iris ou Arc - en - Ciels de toutes les Claſſes. M. ſ. Ioh. Bernoullii Opera Omnia Tom. IV. pag. 197. Weitere Erläuterungen findet man in Smiths Optik von H. H. Käſtner überſezt, im 2 Buch, 2 Th. 6. Cap. 235. u. f. S. Uebrigens hat auch H. Klügel in der Ueberſezung von Prieſtleys Geſchichte der Optik im Zuſatze zum III. Abſchnitt der V Periode, 208 u. f. S. gewieſen, wie man die Beweiſe zu Newtons Lehrſätzen vom Regenbogen auf eine kurze und leichte Art finden könne. Andre glänzende Lufterſcheinungen, wie die größern und kleinern hellen Ringe um die Sonne und um den Mond, die unter dem Namen der

Höfe

Höfe bekannt ſind, auch zuweilen die Fixſterne und Planeten umgeben; ferner die **Nebenſonnen und Nebenmonden**, würden ſich ohne Zweifel eben ſo gut, als die Erſcheinung des Regenbogens aus den Geſetzen der Zurückwerfung, Brechung, und Zerſtreuung des Lichts erklären laſſen, wenn uns nur die Beſchaffenheit der in der Luft jedesmal hängenden Dünſte hinlänglich bekannt wäre. M. ſ. davon **Prieſtleys Geſchichte der Optik**, der 6ten Periode, XIten Abſchnitt 432 u. f. S. der Ueberſ.

536. §.

Zu den **feurigen Lufterſcheinungen** gehört vorzüglich der Bliß und der damit verbundene Donner. Herr **Franklin** muthmaßte im Jahr 1747, daß der Bliß ein ſtarker electriſcher Funke und die Gewittermaterie mit der electriſchen einerley ſeyn möchte. Das iſt zwar hiſtoriſch richtig: aber es iſt auch eben ſo gewiß, daß Herr **Winkler** in Leipzig dieſen Gedanken noch vorher gehabt, und die Richtigkeit deſſelben ſchon im Jahr 1746 ſehr überzeugend bewieſen habe. M. ſ. die oben ſchon angeführte im Jahr 1746 im Druck erſchienene Abhandlung: **Die Stärke der electriſchen Kraft des Waſſers in gläſernen Gefäßen**, woſelbſt das ganze 10te Hauptſtück umſtändlich davon handelt. Eben daſſelbe hat auch der Herr Ueberſeßer der **vollſtändigen Abhandlung der Lehre von der Electricität des Hrn. Cavallo** auf der 52 Seite in einer Anmerkung ſehr richtig erinnert. Nunmehr iſt man von der Ueber-

ein-

einſtimmung der Wirkungen des Blitzes mit den Wirkungen des electriſchen Feuers aufs vollkommenſte überzeugt, weil keine Erſcheinung, die man als Wirkung des Blitzes beobachtet hat, übrig iſt, die man nicht vermittelſt der Electriſirmaſchine nachgemacht hätte. Wenn der Blitz Gebäude in Flammen ſetzt, Menſchen und Thiere tödtet, und Bäume zerſchmettert; wenn er dabey allemal den am beſten leitenden Maſſen folgt, und unvollkommene Leiter zertrümmert; wenn er Metalle ſchmelzt und Eiſen magnetiſirt; ſo ſind das alles Wirkungen, welche man auch vermittelſt der künſtlich erregten Electricität im kleinen hervorbringen kann.

537. §.

Die bekannte ſehr ſtark leitende Eigenſchaft der metallenen Spitzen brachte Herrn **Franklin** auf die Gedanken, daß es möglich ſeyn müſſe, die Gewittermaterie aus den Wolken abzuleiten, wenn man ſpitzige Stangen auf hinlänglich hohen Gebäuden aufrichtete. Eine iſolirte Stange dieſer Art theilt wirklich andern iſolirten leitenden Maſſen die Luftelectricität mit, und eine ſolche Einrichtung kann ſtatt einer gewöhnlichen Electriſirmaſchine dienen, um alle oben beſchriebene und mehrere andre Verſuche anzuſtellen. Von den erſten Verſuchen dieſer Art ſind vornemlich diejenigen merkwürdig, welche Herr **Dalibard** im Jahr 1752 zu **Marly la Ville** und H. **Delor** zu **Paris** anſtellten. Um den Gewitterwolken

noch

noch näher zu kommen, ließ Herr von **Romas** zu **Nerac** in Frankreich, im Jahr 1753 einen pariernen mit Oel beſtrichenen Drachen ſteigen, die daran befeſtigte Schnur war mit Eiſendrat durchwirkt, unten aber, um ſie zu iſoliren, war eine viertehalb Schuh lange ſeidene Schnur daran gebunden. Auch H **Franklin** machte ähnliche Verſuche mit dem Drachen, und die Wirkungen fielen vollkommen ſo aus, wie man ſie hatte erwarten können. Unter mehrern andern gehören hieher die Verſuche des Herrn **Beccaria**: auch wird der bey Beobachtungen dieſer Art im Jahr 1753 den 26ſten Julii erfolgte Tod des Herrn **Richmann** in Petersburg in der Geſchichte dieſes Theils der Naturlehre immer ſehr merkwürdig bleiben. M. ſ davon **Prieſtleys Geſchichte der Electricität**, des 1 Theils 10 Periode, 10ter Abſch. 206 u. f. S. der Ueberſ.

538. §.

Eine auf eben beſchriebene Art auf dem höchſten Theil eines Gebäudes aufgerichtete metallene Stange, wenn eine andre Verbindung von Metallen damit züſammen hängt, die bis in die Erde hinein fortgeführt iſt, dient um deßwillen, das Gebäude gegen die ſchädlichen Wirkungen des Blitzes in Sicherheit zu ſtellen, weil der Blitz, wenn er ja einſchlägt, ganz gewiß dem Metall bis in die Erde folgt, ohne das Gebäude zu beſchädigen. Auf recht hohen Thürmen könnten dergleichen ſpitze Stangen wohl gar verhüten, daß

es

es nicht zum eigentlichen Bliß und Schlage kom=me, weil ſie die Gewittermaterie aus den Wol=ken ohne Geräuſch allmählig ableiten. Im Dun=keln zeigt ſich alsdenn gewöhnlich an ſolchen Spi=ßen das St. Elms Feuer, wenn Gewitterwol=ken darüber wegziehen. Weil die Anordnuug ſol=cher Gewitterableiter vorzüglich intereſſant, und weil ſie eben darum ſehr häufig empfohlen iſt; ſo hat man auch nun eine Menge von Schriften, die davon handeln. Soviel man weiß, hat Herr Franklin die erſten Anordnungen dieſer Art in Philadelphia mit dem beſten Erfolg machen laſſen. M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Electricität, 1 Th. 10 Period. 13 Abſchn. Auch findet man hieher gehörige Nachrichten in folgenden Schriften. De avertendi fulminis artificio ex doctrina electricitatis diſſerit *Io. Henr. Winkler* Lipſ. 1753. Joh. Fried. Hartmanns An=merkungen über die nöthige Achtſamkeit bey Erforſchung der Gewitter Electricität, Han=nover 1764. Ebendeſſelb. Abhandlung von der Verwandtſchaft und Aehnlichkeit der electriſchen Kraft mit den erſchrecklichen Luferſcheinungen. Hannover 1759. Joh. Ignaz von Felbiger die Kunſt Thürme und andere Gebäude vor den ſchädlichen Wirkun=gen des Blizes durch Ableitungen zu bewah=ren. Breßlau, 177 . Phyſikaliſche Abhand=lung von den Eigenſchaften des Donners und den Mitteln wider das Einſchlagen, verfaßt von Paul Mako, Wien 1772. Joh. Alb. Hein

Hein. Reimarus vom Blitze, aus electriſchen Erfahrunen, Hamburg 1778. Nachricht von den in Churpfalz angelegten Wetterleitern, von Joh Jac. Hemmer, in der oben ſchon angeführten Hiſtoria Acad. Theod. Palat. Vol. IV. Phyſ. pag. 1 — 86

Noch gehört hieher: *Torbern Bergmann* de avertendo fulmine, in ſeinen opuſc. phyſ. chemicis, Vol. VI. Lipſ. 1790 S. 110. f. f. und Abhandlung über die Blitzableiter von J. L. Boeckmann, Carlsruh. 1783. 8.

G.

539. §.

Die **Irlichter**, wenn ſie ſich an ſumpfigten Orten ſehen laſſen, ſind vielleicht wenigſtens zuweilen Wirkungen der entzündbaren Sumpfluft. In der obern Luft ſind die fallenden **Sterne**, die **fliegenden Drachen**, die **Feuerkugeln**, Wirkungen leicht entzündbarer Dünſte, womit vermuthlich zuweilen auch Wirkungen der Luftelectricität verbunden ſind Bey der ſehr groſſen Aehnlichkeit der Erſcheinungen des **Nordlichts** mit den Erſcheinungen des electriſchen Lichts in verdünnter Luft (492 §.) ſcheint es, daß man ſchwerlich das Nordlicht für etwas anders, als für ein electriſches Licht halten könne; wiewohl nur vor kurzem H. **Hell** es für eine bloß optiſche Erſcheinung erklärt hat. M. ſ. die Ephemerides Aſtronom. Anni 1777. cum appendice, Auroræ Borealis Theoria Nova. Die hieher gehörigen Nachrichten hat Hr. **Wargentin** in zwoen Abhandlungen

gen unter dem Titel mitgetheilt Geſchichte der Wiſſenſchaft vom Nordſcheine im 14ten und 15ten Bande der Schwediſchen Abhandlungen von den Jahren 1752 und 753.

Man ſehe auch *I. E. Helzenrieder* explicatio aurorae borealis ex refractione radiorum ſolis et lunae; in den act. acad. elect mogunt. Erfurt. 1778. und 1779. S. 281.

G.

540. §.

Wärme und Kälte, ſo wie wie übrige Witterung, hängen in einer jeden Gegend von ſehr vielen Urſachen ab, die gewiß noch nicht alle bekannt ſind. Je höher ein Ort über der Meeresfläche liegt, deſto kälter iſt er, und die höchſten Berge auf der Erde ſind ſelbſt im heißeſten Erdgürtel mit immerwährenden Schnee und Eiſe bedeckt. Man hält ſolche länder gewöhnlich für vorzüglich kalt, welche noch ſehr große Wälder haben; Dagegen glaubt man, daß benachbarte Meere die Witterung gelinder, dabey aber auch feucht machen. Nach hohen Gebirgen ziehen ſich die Regen und Gewitterwolken vorzüglich: daher haben gebirgigte Gegenden gewöhnlich mehr Regen und Gewitter, als ebene Gegenden. Wer mehrere Jahre nach einander auf die Witterungen an einem Orte aufmerkſam geweſen iſt, der kann es dahin bringen, daß er hiernächſt mit ziemlicher Richtigkeit die Veränderungen des Wetters vorher zu ſagen weiß: bis jetzt ab r ſcheint es noch nicht, daß man einigermaßen ſichere Regeln gefunden

habe, worauf man bey Unterſuchungen dieſer Art bauen könne. Wer Zeit dazu hat, und Vergnügen daran findet, Witterungsbeobachtungen anzuſtellen, der findet nähere Vorſchläge, um von dieſem Geſchäfte einen mehr ausgebreiteten Nutzen zu ziehen, in des Herrn Abts von Felbiger Anleitung, jede Art der Witterung genau zu beobachten, in Karten zu zeichnen, zu vergleichen und daraus beſonders für die Landwirthſchaft nützliche Folgen zu ziehen. Sagan 1773. Auch ſehe man in den Nouveaux Memoires de l'Academie de Pruſſe de l' Année 1772 Herrn Lamberts Abhandlung: Expoſé de quelques obſervations qu'on pourroit faire, pour répandre du jour ſur la Meteorologie: ferner die Witterungslehre für den Feldbau vom H. Joſ. Toaldo, eine von der Königl. Societät der Wiſſ. zu Montpellier im Jahr 1774 gekrönte Preisſchrift. Aus dem Italiäniſchen überſ. von Joh. Gottl Steudel. Berlin 1777.

J. L. Boeckmanns Wünſche und Ausſichten zur Erweiterung und Vervollkommung der Witterungslehre. Carlsruh 1778. Carlsruher meteorologiſche Ephemeriden von Jahr 1779. Carlsruh 1780. Roſenthals Verſuch, wie die meteorologiſchen Beobachtungen zur ſchicklichſten Zeit zu machen und bequem zu ordnen ſind. Erfurt 1781. G.

541. §.

Wenn gleich die Aenderungen in der Wärme und Kälte der Luft allerdings ihr Gleichgewicht ſtö-

ſtören, und auf ſolche Art Winde erzeugen; ſo giebt es doch außerdem noch mehrere, vielleicht zum Theil noch gänzlich unbekannte Urſachen der Winde. Die Dünſte tragen gewiß ſehr vieles dazu bey, die Luft in Bewegung zu ſetzen, weil ſie theils das ſpezifiſche Gewicht der Luft vermehren, theils die Federkraft der Luft ändern. Wenn ſich die Dünſte von der Luft abſondern, und in Regen, Schnee oder Hagel niederfallen, ſo wird die Luft leichter, alſo muß neue Luft herzuſtrömen, um das Gleichgewicht herzuſtellen. H. Toaldo a. a. O. 1 Th. 2 Cap. 37. S. der Ueberſ. hält dafür, daß die Entſtehung der Winde hauptſächlich dem Ausbruch der Dünſte zuzuſchreiben ſey. Bey Donnerwettern könnte auch wohl das electriſche Anziehen und Zurückſtoßen mit Antheil daran haben. Vermöge der Erfahrung wird das feſte Land von der Sonne ſchneller als das Waſſer erwärmt: dagegen aber verliert es auch ſeine Wärme wieder in kürzerer Zeit als das Waſſer. Daher iſt an den Seeküſten die Luft bey Tage über dem Trocknen, bey Nacht aber über dem Waſſer am wenigſten dichte: mithin muß des Tages ein Wind vom Waſſer nach den Küſten zu, des Nachts aber ein Wind von der Küſte gegen das Meer zu wehen, und ſo erklärt ſich der Urſprung der **Land- und Seewinde.**

Der Satz, daß die Dünſte die Luft ſchwerer machen, und wenn ſie herabfallen die Atmoſphäre leichter werde, ſtimmt nicht mit dem Gange des Barometers überein, das vielmehr gewöhnlich ſteigt, wenn

die wäßrigen Dünſte, als Regen und Schnee herab- gefallen ſind, oder ſich eben abſondern.

G.

542. §.

Bey den Witterungsbeobachtungen iſt man nicht allein auf die Richtung des Windes, oder auf die Gegend des Horizonts aufmerkſam, von welcher er herkommt, und welche die bekannten Windfahnen zeigen; ſondern auch auf ſeine Stärke oder Geſchwindigkeit. Um dieſe Geſchwindigkeit des Windes zu meſſen, bedient man ſich unter dem Namen des Anemometers einer kleinen Maſchine mit Windflügeln von einer ſolchen Einrichtung, daß ſich die Umläufe eines dazu gehörigen Rades, welches der Wind in Bewegung ſetzt, bequem zählen laſſen, oder vermittelſt eines Zeigers ſich ſelbſt zählen. Auch giebt man dem Anemometer wohl die Einrichtung, daß der Wind ein Gewicht heben muß, da es dann die Stärke des Windſtoſſes angiebt, wenn derſelbe mit dem Gewichte das Gleichgewicht hält. Weil man weiß, wie die Stärke des Windſtoßes von ſeiner Geſchwindigkeit abhängt (264 §.), ſo läßt ſich aus der Stärke des Windſtoßes auch die Geſchwindigkeit des Windes finden. Mehr Nachricht vom Anemometer findet man im VIſten Theil meines Lehrbegriffes der geſammten Mathematik im XI. Abſch der Pneumatik im 223 — 226 §. 732. u. f. S. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die regulären und beſtändigen Winde an manchen Orten, wohin unter andern auch

die

die kurz vorhin erwehnten Land- und Seewinde gehören, höchſtens mit einer Geſchwindigkeit von 12 Fuß in einer Secunde wehen. Die unbeſtändigen Winde haben oft eine viel größere Geſchwindigkeit: ſie heißen Stürme und Orkane, wenn ihre Geſchwindigkeit 60 bis 80 Fuß in einer Secunde beträgt.

Der XXV. Abſchnitt.

Einige allgemeine Lehren vom Weltgebäude und von der allgemeinen Schwere.

543. §.

Die Sonne iſt ein für ſich glänzender und, wie man doch wohl am meiſten Grund hat anzunehmen, ein feuriger Körper: dagegen hat der Mond nur ſein Licht von der Sonne, wie ſeine verſchiedenen Lichtgeſtalten es vornemlich beweiſen. Außer den Sternen am Himmel, die ihren Stand gegen einander nicht ändern, und um deßwillen Fixſterne heißen, haben die Aſtronomen

fünf (ſechs) andre unter dem Namen der **Planeten** oder Irrſterne ausgezeichnet, die in gewiſſen periodiſchen Zeiten um den Himmel herum zu laufen ſcheinen, auch in andern merkwürdigen Eigenſchaften von den Fixſternen ſich unterſcheiden. Man beweiſet nemlich in der Aſtronomie aus Beobachtungen, die mit Hülfe der Fernröhre ſind angeſtellet worden, und aus andern Gründen, die auf Ausmeſſungen und Rechnungen beruhen, daß die Fixſterne Sonnen, die Planeten aber unſrer Erde ähnliche für ſich dunkle Weltkörper ſind. Wenn uns gleich das Weltgebäude eine hohle Kugel und die Erde ſelbſt eine ebene Fläche zu ſeyn ſcheinet; wenn gleich die Sonne, der Mond, alle Fixſterne und Planeten, in gleicher Entfernung von uns an der innern Fläche dieſer hohlen Kugel dem Anſehen nach angeheftet erſcheinen; wenn es endlich das Anſehen hat, als wenn die hohle Himmelskugel ſich mit allen Sternen täglich in 24 Stunden einmal um die Erde umdrehe, Sonne und Mond aber mit den Planeten dennoch an dieſer hohlen Kugel ihre eigene Bewegung haben: ſo weiß man doch gewiß, daß die wahre Einrichtung und Anordnung des Weltbaues von dieſer ſinnlichen Vorſtellung gar ſehr verſchieden ſey.

544. §.

Der tägliche Umlauf der Himmelskugel um die Erde iſt nur ſinnlicher Schein, die Erde ſelbſt iſt eine

ne Kugel, wo nicht völlig, ſo iſt ſie doch ſehr nahe kugelrund, ſie läuft in 24 Stunden einmal um eine Axe herum, deren Lage mit der Lage derjenigen einerley iſt, um welche die Himmelskugel umzulaufen ſcheint. Der jährliche Umlauf der Sonne um den Himmel iſt ebenfalls nur eine ſcheinbare Bewegung: die Erde vielmehr bewegt ſich alle Jahr einmal um die Sonne herum, und daher ſcheint es uns, als wann die Sonne unter den Fixſternen fortrückte, weil wir die Bewegung der Erde nicht merken. Außerder Erde bewegen ſich noch fünf (ſechs) **Irrſterne** oder Planeten, welche die Namen (**Uranus**), **Saturn**, **Jupiter**, **Mars**, **Venus**, **Mercur**, führen, in ſehr ungleich großen Bahnen um die Sonne, und die Erde ſelbſt iſt der ſechſte (ſiebente) Planet. Der **Mond** iſt ein Begleiter der Erde: er läuft alle Monat einmal um die Erde, und mit ihr zugleich alle Jahre einmal um die Sonne. Jupiter hat vier, und Saturn fünf ſolche Monden zu Begleitern, die man eben ſo, wie unſern Mond auch **Nebenplaneten** nennt, um ſie von den ſechs **Hauptplaneten** zu unterſcheiden. Die Sonne mit den ſechs (ſieben) Hauptplaneten und zehn Nebenplaneten macht unſer **Sonnenſyſtem** aus, wozu jedoch auch noch die **Cometen** gehören, welche ebenfalls beſtändige Weltkörper ſind, und in gewiſſen periodiſchen Zeiten um die Sonne laufen. Jeder Fixſtern iſt, ſoviel wir urtheilen können, eine Sonne, um welche eine gewiſſe Anzahl von Planeten und Cometen in abgemeſſenen periodiſchen Zeiten

umlaufen, und es giebt unzählige Sonnenſyſteme, die durch den ganzen unermeßlichen Weltraum vertheilt ſind.

545. §.

Die Bahnen der Planeten um die Sonne ſind zwar nicht völlig kreisrund, wie man anfangs vermuthen mögte, es ſind Ellipſen, und die Sonne, oder vielmehr eigentlich ihr Mittelpunct, befindet ſich in dem einen Brennpunct der Ellipſe, worin ebenfalls eigentlich der Mittelpunct des Planeten ſeine Bewegung hat. Die Bahnen der Cometen um die Sonne ſind auch Ellipſen, welche die Sonne in einem ihrer Brennpuncte haben: nur weichen die Cometenbahnen weit mehr von der Rundung des Kreiſes ab, als die Bahnen der Planeten: überdem liegen dieſe Bahnen auch nicht alle in einerley Ebene. Weil keine krumlinichte Bewegung allein von der Trägheit abhängen kann; (66 §) ſo muß eine Kraft in der Natur vorhanden ſeyn, die jeden Planeten in ſeiner Bahn um die Sonne, und jeden Nebenplaneten in der Bahn um ſeinen Hauptplaneten erhält. Eine Kraft iſt hiezu hinlänglich, und es iſt falſch, was in mehrern Lehrbüchern der Naturlehre ſtehet, daß nothwendig zwey Kräfte erfordert werden, oder man muß die Trägheit auch Kraft nennen. Wofern nur eine ſolche Kraft vorhanden iſt, welche den Planeten ununterbrochen gegen den Mittelpunct der Sonne treibt, auf-

eine

eine ähnliche Art, wie die auf der Erde befindlichen Körper von der Schwere gegen den Mittelpunct der Erde getrieben werden; ſo iſt es vollkommen begreiflich, warum der Planet ſeine Bewegung um die Sonne ununterbrochen fortſetzen muß.

In jedem Augenblick würde der Planet vermöge ſeiner Trägheit, wenn er ſich ſelbſt überlaſſen wäre, nach einer geraden Linie fortrücken, welche ſeine krumme Bahn an der Stelle, wo er ſich jetzt befindet, berührt: wegen der fortgeſetzten Wirkung der Kraft aber, die ihn gegen den Mittelpunct der Sonne treibt, müßte er zugleich in dieſer Richtung gegen die Sonne fortrücken: alſo geht er nach keiner von beyden Richtungen, ſondern nach einer mittlern Richtung fort (61. §.) Weil die Kraft, welche ihn gegen die Sonne treibt, ununterbrochen wirkt, ſo kann kein Theil von ſeiner Bahn gradlinicht ausfallen, er wird vielmehr ununterbrochen von ſeiner gradlinichten Bahn abgelenkt. Die Kraft, welche den Planeten beſtändig gegen den Mittelpunct der Sonne, den Nebenplaneten gegen den Mittelpunct ſeines Hauptplaneten treibt, kann im richtigen Sinne eine **Centralkraft** (vis centripeta) heißen: allein es iſt keine Kraft unter dem Namen einer vis centrifugæ nöthig, die den Planeten nach der Richtung der Tangente ſeiner Bahn triebe: dieſer Richtung würde er ſchon wegen ſeiner **Trägheit** folgen. Was von dieſer Sache in den kurzen Lehrbüchern ſteht, iſt eben darum ſo häufig unrichtig,

weil die Verfaſſer entweder gar nicht, oder zu wenig Mathematiker ſind, als daß ſie alles vollſtändig richtig überſehen könnten.

546. §.

Man kann ſich die Kraft, welche die Hauptplaneten gegen die Sonne, und die Nebenplaneten gegen ihren Hauptplaneten treibt, als *eine anziehende Kraft* vorſtellen: denn der Erfolg iſt vollkommen ſo, als wenn die Sonne und der Hauptplanet, der Hauptplanet und ſein Nebenplanet, einander wie Magnet und Eiſen gemeinſchaftlich anzögen. Selbſt die Schwere wirkt eben ſo, als wenn alle kleinere Körper von der Erde gegen ihren Mittelpunct angezogen würden, alſo kann man die Schwere als eine anziehende Kraft betrachten. Könnte man in einem gewiſſen Augenblick dem Monde diejenige Geſchwindigkeit nehmen, womit er nach der Richtung der Tangente ſeiner Bahn in eben dem Augenblick fortrückt ſo würde er ohne allen Zweifel gegen die Erde herab fallen: **alſo iſt auch der Mond gegen die Erde ſchwer.** Wenn die Schwere in der Entfernung des Mondes von der Erde mit eben der Stärke wirkte, wie ſie in der Nähe der Erdfläche wirkt; ſo würde der Mond in der erſten Secunde $15\frac{5}{8}$ Fuß tief gegen die Erde herab fallen. (54 §.) Um eben ſo viel müſte er auch bey ſeinem Umlauf um die Erde in jeder Secunde gegen die Erde zu von der graden Linie abgelenkt werden, worin er wegen

ſei:

ſeiner Trägheit allein ſeine Bewegung fortſetzen würde. Allein man findet durch aſtronomiſch-trigonometriſche Rechnungen, daß dieſe Ablenkung des Mondes von ſeiner gradlinichten Bahn in jeder Minute Zeit nur $15\frac{1}{8}$ Rheinl. Fuß betrage. Auf der Erde würde ein Körper in einer Minute Zeit 3600 mal weiter fallen: (49. §.) alſo iſt die Schwere an der Erdfläche 3600 mal größer als ſie in der Entfernung des Mondes von der Erde iſt. (73. §.) Nach einer Mittelzahl genommen iſt der Mond 60 halbe Erddurchmeſſer vom Mittelpuncte der Erde entfernt, mithin iſt ſeine Entfernung von dieſem Mittelpunct 60mal größer, als die Entfernung der an der Erdfläche befindlichen Körper von eben dieſem Mittelpunct Das leitet ferner auf die Schlußfolge: **Die Schwere ſey dem Quadrat der Entfernung des ſchweren Körpers vom Mittelpunct der Erde umgekehrt proportional.**

547. §.

Wenn nun alle Hauptplaneten gegen die Sonne ſchwer ſind; ſo hat man Grund genug anzunehmen, daß bey dieſen das eben erwehnte Geſetz ebenfalls gelte. Man hat mit H. Newton dies Geſetz bey den tiefſinnigſten Aſtronomiſchen Unterſuchungen zum Grunde geſetzt, und gefunden, daß die Reſultate der darauf gegründeten Rechnungen aufs vollkommenſte mit dem, was die Beobachtungen lehren, übereinſtimmen. Ja was Anfangs

fangs Abweichungen von der angenommenen Regel zu ſeyn ſchienen, das hat man am Ende für eben ſoviele neue Beſtättigungen der Regel anerkennen müſſen. Der Mond wird nicht allein von der Erde, ſondern auch mit von der Sonne angezogen; der Mond iſt nicht nur gegen die Erde ſchwer, vielmehr ſind Erde und Mond beyde zuſammen auch gegen die Sonne ſchwer. Ehe man die anziehende Kraft der Sonne mit in Rechnung gezogen hatte, trafen die Reſultate der Rechnung für den Mond nicht ſo gut mit den Beobachtungen zuſammen. Noch mehr: **alle Planeten ſind zugleich gegen einander ſchwer, oder alle groſſe Weltkörper ziehen ſich unter einander an.** Daher müſſen alle Wirkungen mit in Rechnung gezogen werden, welche bey der Bewegung eines jeden Planeten um die Sonne von den anziehenden Kräften der übrigen herrühren: alsdenn allererſt ſtimmen die Beobachtungen mit den Reſultaten der Rechnung aufs vollkommenſte überein. Eben dieſe gemeinſchaftliche Wirkung aller groſſen Weltkörper in einander iſt das, was man mit **H. Newton die allgemeine Schwere nennt.**

548. §.

Die Umlaufsbewegung der Erde um ihre eigene Axe erfolgt nach den Geſetzen der Trägheit, der Umlauf iſt gleichförmig, und es bedarf keiner eigenen Kraft, die Erde in einem ſolchen Umlauf zu erhalten. Die Lage ihrer Umlaufsaxe würde

auch

auch unveränderlich ſeyn, wenn nicht die gemeinſchaftliche Wirkung der Sonne und des Mondes eine ganz geringe Bewegung der Erdaxe zur Folge hätten, die nur den Aſtronomen bemerklich iſt, und vornemlich nur daher rührt, weil die Erde nicht vollkommen kugelrund iſt. Dieſer Umlauf der Erde um ihre Axe ziehet aber noch eine Verminderung der Schwere der auf der Erde befindlichen Körper nach ſich, die deſto mehr beträchtlich iſt, je näher die Körper dem Erdäquator ſind. Es wird nemlich jeder Körper auf der Erde in einem Kreiſe mit herum geführt, und unter allen dieſen Kreiſen iſt der Aequator am größten: die übrigen ſind deſto kleiner, je weiter ſie vom Aequator gegen die Pole zu entfernt ſind. Wenn aber ein Körper im Kreiſe umläuft, ſo muß eben darum, weil er vermöge ſeiner Trägheit nur in grader Linie ſich bewegen könnte, etwas da ſeyn, das ihn von der graden Linie ablenkt. Von ſeiner Trägheit rührt ein Widerſtand her, und das ſtellt man ſich gewöhnlich als eine Kraft vor, ſich vom Mittelpunct der Bewegung zu entfernen, und nennt es **Schwungkraft, Fliehkraft,** auch **Centrifugalkraft.** M. ſ. davon meine **Anfangsgründe der Mathemat. Wiſſenſchaften,** im **2ten Theil,** 12 — 14. §. der **Mech.** 317 — 320. S. Unter dem Aequator iſt die Richtung der Fliehkraft der Richtung der Schwere grade entgegengeſetzt. Ueberdem iſt die Fliehkraft an ſich unter dem Aequator größer, als in jedem andern Parallelkreiſe: denn weil die Umlaufszeiten

für

für alle Parallelkreiſe gleich ſind, ſo iſt die Fliehkraft den Halbmeſſer der Umlaufskreiſe proportional, (M. ſ. a. a. O. den 77. §. 387. S.) Wegen beyder Urſachen wird unter dem Aequator die natürliche Schwere ſtärker vermindert, als unter andern Parallelkreiſen.

549. §.

Neuere Ausmeſſungen haben ergeben, daß die Erde ein Sphäroid, ihr Durchſchnitt durch die Umlaufsaxe aber eine Ellipſe ſey, wovon die größte Axe den Durchmeſſer des Erdäquators abgiebt, die kleine Axe aber mit der Umlaufsaxe der Erde einerley iſt. Demnach iſt nach dem allgemeinen Geſetz der Schwere (546. §.) unter dem Aequator die Schwere an ſich ſchon kleiner, als an andern Oertern auf der Erde. Weil nun überdem die von der Schwungkraft herrührende Verminderung der Schwere unter dem Aequator ſtärker, als an andern Orten auf der Erde iſt; (548. §.) ſo muß dieſe Verminderung der Schwere beſonders auf die Bewegung des Pendels Einfluß haben. (85. §.) Die Mechanik lehrt, daß bey gleicher Länge des Pendels und ungleicher Beſchleunigung der Schwere, die Quadrate der Oſcillationszeiten ſich umgekehrt wie die Beſchleunigungen der Schwere verhalten. Bey geringerer Beſchleunigung der Schwere wird die Oſcillationszeit größer, und das Pendel macht weniger Schwünge in einer Minute, als es machen würde, wenn die Schwere ſtärker

beſchleunigte. Soll bey verminderter Schwere die Oſcillationszeit einerley bleiben: ſo muß das Pendel in eben dem Verhältniß, in welchem ſich die Schwere vermindert hat, verkürzt werden. Mit dieſem allen ſtimmt die Erfahrung vortrefflich überein. Schon im Jahr 1672 bemerkte zuerſt H. Richer, daß ein Pendel, welches zu Paris richtig Secunden geſchlagen hatte, zu Cayenne in einer Entfernung von 4 Grad 56 Minuten vom Aequator um $1\frac{1}{4}$ Linie verkürzt werden mußte, wenn es daſelbſt ebenfalls Secunden ſchlagen ſollte.

550. §.

Das Waſſer des großen Weltmers fließt in einer Zeit von etwa $24\frac{3}{4}$ Stunden gewöhnlich zweymal vom Ufer weg und macht es trocken: dagegen läuft es eben ſo abwechſelnd zweymal wieder gegen die Ufer an, und ſteigt während einer Zeit von etwa 6 Stunden und etwas drüber, ſo wie es vorher in eben ſovieler Zeit von den Ufern zurück floß. Man nennt dieſes abwechſelnde Ab und Zufließen des Meerwaſſers die Ebbe und Fluth. H. Newton führt in ſeinen Principiis Phil Nat. Mathem. Libr. III. Prop. 24. 36. 37. die vornehmſten Umſtände dieſer Ebbe und Fluth an, und zeigt zugleich, daß es Wirkungen ſind, die ſich aus der allgemeinen Schwere in der Natur, und beſonders aus den Kräften erklären laſſen, womit nicht allein die Erde und der Mond, ſondern auch die Sonne und die Erde einander gegenſeitig an

anziehen. Die Sache ward noch mehr ins Licht geſetzt, als die Academie der Wiſſenſchaften in Paris im Jahr 1740 die Erklärung der Ebbe und Fluth zur Preisfrage gemacht hatte, und die größten Mathematiker, die Herren **Euler, Daniel Bernoulli, Maclaurin,** und **Cavalleri,** dadurch veranlaſſet waren, die Sache recht vollſtändig zu unterſuchen. M. ſ. die Pieçes, qui ont remporté le prix de l'Academie Royale des Sciences en 1740 ſur le flux et le reflux de la mer. Eben dieſe Preisſchriften, nur die vom H. **Cavalleri** ausgenommen, ſind im 3ten Theil der von den Herrn *le Seur* und *Iaquier* veranſtalteten Ausgabe der Newtonſchen Principiorum phil. Nat. Mathem. pag. 133 ſqq. mit abgedruckt.

511. §.

Der Mond zieht die Erde an ſich und jedes Theilchen derſelben, auch eben ſo das Waſſer im Weltmeer, und grade da am ſtärkſten, wo es ihm am nächſten iſt. Die eine Halbkugel der Erde iſt allemal dem Monde zugekehrt, und derjenige Punct der dem Monde zugekehrten halben Erdfläche, welcher den Mond grade über ſich im Scheitel hat, iſt dem Monde am nächſten. Eben daſelbſt wird das Waſſer, wenn es eine Stelle auf dem Weltmeer iſt, am ſtärkſten vom Monde angezogen, und um deßwillen muß es ſich daſelbſt von allen Seiten her ſammlen und aufthürmen. Die andre Halbkugel der Erde iſt von dem Monde

de weiter entfernt, und derjenige Punct am weiteſten, worin die grade linie zwiſchen den Mittelpuncten des Monds und der Erde, die von dem Monde abgewandte halbe Erdfläche trift. Wenn nun das zugleich eine Stelle auf dem Weltmeer iſt, ſo wird daſelbſt das Waſſer weniger angezogen, als es an jeder andern Stelle angezogen werden kann. Dieſerwegen bleibt es einigermaßen zurück, indem ſich die Erde dem Monde nähert, und thürmt ſich eben ſo auf, wie auf der grade entgegen geſetzten Seite. Die Anſchwellung des Waſſers, wenn ſie mitten auf dem Weltmeer erfolgt, muß zur Folge haben, daß es von den Ufern wegfließet, alſo muß es an den Ufern Ebbe ſeyn. Wenn umgekehrt nach 6 Stunden das Waſſer mitten im Weltmeer ſich wieder ſenkt, weil es den Mond nicht mehr über ſich hat, ſo muß das Waſſer gegen die Ufer zurück fließen: alſo muß es daſelbſt die Fluth verurſachen. Weil übrigens der Mond ſich der Erde bald mehr nähert, bald weiter von ihr entfernt; ſo müſſen die Wirkungen der Ebbe und Fluth im erſten Fall mehr als im letztern Fall zu ſpüren ſeyn.

Völlig ähnliche Schlüſſe beweiſen es, daß die anziehende Kraft des Monds auch auf die Atmoſphäre der Erde wirken, und daß ſelbige grade unter dem Monden gleichſam aufgethürmt ſeyn müſſe. Eben das wird etwas der Ebbe und Fluth ähnliches in der Atmoſphäre zur Folge haben, und ſolchergeſtalt kann man in einem richtigen Sinne behaupten, daß der Mond auf den Zu-

ſtand der Atmoſphäre, die Hervorbringung der Winde und auf die Abwechſelung in den Witterungen einigen Einfluß habe.

552. §.

Die Sonne hat eine ganz ähnliche Wirkung auf das Weltmeer, nur iſt ſie weit geringer, als die Wirkung des Mondes. Die Sonne allein verurſacht ebenfalls in 24 Stunden zwo kleine Fluthen, welche die Mondsfluthen zuweilen vermehren, zur andern Zeit aber vermindern. In den Neu- und Vollmonden treten die Sonnen- und Mondsfluthen zu gleicher Zeit ein, und das vergrößert die Wirkungen der Ebbe und Fluth, Iſt der Mond in ſeinen Viertheilen, ſo tritt die Mondsfluth ein, wenn wegen der Sonne allein Ebbe wäre, und umgekehrt, alſo iſt die Mondsfluth etwas geringer als ſonſt. Wenn die Sonne zwey bis drey Stunden früher, als der Mond durch den Mittagskreis eines Orts geht, ſo tritt die Mondsfluth daſelbſt etwas früher als ſonſt ein: geht aber die Sonne zwo bis drey Stunden ſpäter als der Mond durch den Mittagskreis; ſo verzögert ſie die Ankunft der Mondsfluth etwas. Die größten Fluthen im ganzen Jahr müſſen ſich in den Neu und Vollmonden ereignen, welche um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen im Frühlinge oder im Herbſt einfallen, weil alsdenn Sonne und Mond im Aequator, oder doch nahe dabey ſind. Mit dieſen Folgerungen aus der Theorie von der allgemeinen Schwere ſtimmt die Er-

fahrung völlig überein; nur muß man noch bey der genauern Berechnung mit in Betrachtung ziehen, daß die offenbare See an vielen Orten durch Untiefen, Inſeln und Landſtrecken unterbrochen iſt, welche es verhindern, daß das Waſſer denjenigen Bewegungen nicht völlig frey folgen kann, die ſonſt wegen der gemeinſchaftlichen Wirkung der Sonne und des Monds erfolgen würden.

553. §.

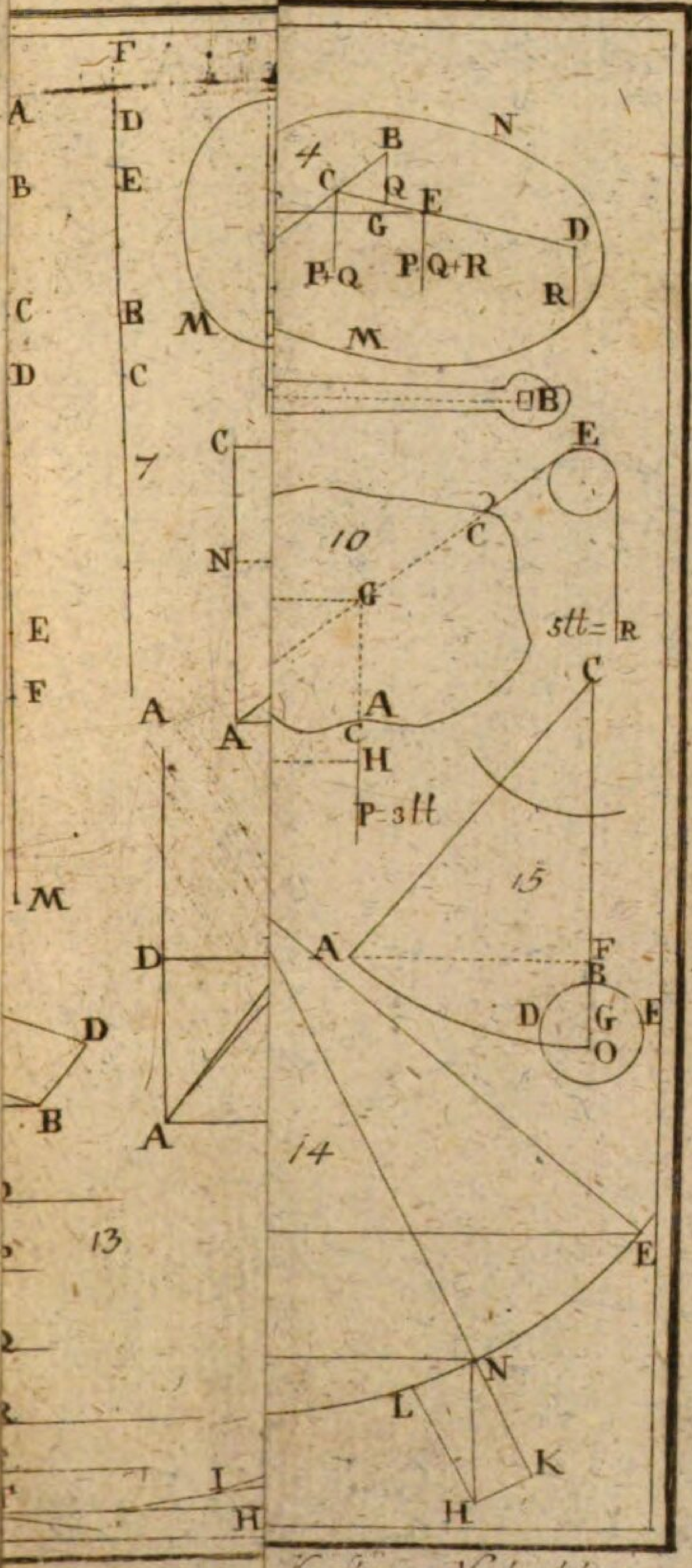
Wenn es richtig iſt, daß der Mond etwas der Ebbe und Fluth ähnliches im Luftkreiſe wirkt, ſo werden dieſe Wirkungen ebenfalls von der Sonne nach Beſchaffenheit der Umſtände bald vermehrt bald vermindert werden. Zwar wird wiederum die anziehende Kraft der Sonne in Vergleichung mit der anziehenden Kraft des Mondes nur geringe ſeyn: dagegen aber iſt die Wirkung deſto ſtärker, welche von der Erwärmung der Sonne herrührt. Hiedurch wird der Luftkreis grade unter der Sonne anſehnlich erhöhet, und zugleich in dieſer Gegend die Luft ſehr verdünnet. Wegen der täglichen Bewegung der Sonne von Oſten gegen Weſten wird dieſe Stelle immer weiter gegen Weſten mit fortrücken. Die Stellen, welche die Sonne verläſſt, verlieren einen Theil ihrer Wärme, die Luft verliert eben um deßwillen daſelbſt nun einen Theil ihrer Federkraft, und hält der benachbarten Luft nicht mehr das Gleichgewicht. Dieſerwegen muß vornemlich von Oſten

her neue Luft herzufließen, und das Gleichgewicht herſtellen. In den Gegenden unter dem Aequator, und andern, die dem Aequator nahe liegen, muß dieſer Morgenwind, wie es der Erfahrung auch wirklich gemäß iſt, am meiſten verſpürt werden, wenn nicht andre Urſachen darinn etwas ändern.

Verbeſſerungen.

Seite 5.	Zeile 3	von unten ſtatt machen ließ annehmen
„ 6.	„ 6	ſt. Niederſchlagen l. Niederſchlag.
„ 17.	„ 7	ſt. ſehr gut recht l. recht ſehr gut.
„ 26.	„ 8	ſt. Schwerrede l. Schwererde..
„ 126.	„ 11	ſt. nachfolgender l. nachfolgende.
„ 137.	„ 4	von unten ſt. den l. dem.
„ 138.	„ 14	ſtreiche aus: er ſich.
	„ 15	l. unter welchem er ſich.
„ 144.	„ 10	von unten, l. Cohäſion.
„ 161.	„ 4	von. unten l. leichterer.
„ 165.	„ 5	ſt. wolle l. wollen.
„ 185.	„ 23	ſt. Säulen l. Säule.
„ 191.	„ 22	ſt. Waßeer l. Waſſer.
	„ 25	ſt. ſeinen l. ſeinem.
„ 209.	„ 7	von unten ſt. Peſec l. Peſce.
„ 322.	„ 7	von unten ſt. denſelben l. demſelben.
„ 375.	„ 16 u. 17	von unten l. Gravitationskraft.
„ 389.	„ 5	ſt. den l. dem.
„ 403.	„ 11	von unten ſt. Salzerden l. Salzarten.
„ 405.	„ 7	von unten l. Cementkupſer.
„ 415.	„ 3.	ſt. den l. dem.
„ 476.	„ 4	von unten ſt. dünnre l. dünnere.
„ 481.	„ 15	ſt. divergirde l. divergirende.,
„ 486.	„ 7	von unten ſtreiche aus: dieſe.
„ 487.	„ 15	von unten ſt. divergend l. divergirend.
„ 503.	„ 14	von unten ſt. müßte l. müſſen.
„ 543.	„ 8	ſt. der Geſetze l. den Geſetzen.
„ 570.	„ 13	von unten l. Amontons.
„ 590.	„ 2	ſt. wahrnehmen l. wahrnahm.
„ 599.	„ 4 u. 5	von unten l. Eindicken.
„ 601.	„ 11	von unten ſt. jenen in dieſem l. jenem in dieſen.
„ 608.	„ 9	ſt. eine ungleiche l. in einer ungleichen.
	„ 14	ſt. 42 l. 44.
„ 612.	„ 8	ſt. 0° l. 32°.
„ 660.	„ 5	l. Lavoiſier.
„ 733.	„ 14	l. alcalinus.
„ 748.	„ 12	von unten l. Taylerſchen.
„ 768.	„ 11	ſt. Bonnets l. Bennets.

I. Tafel.



Karſtens Naturlehre

her neue Luft herzufließen, und das Gleichgewicht herſtellen. In den Gegenden unter dem Aequator, und andern, die dem Aequator nahe liegen, muß dieſer Morgenwind, wie es der Erfahrung auch wirklich gemäß iſt, am meiſten verſpürt werden, wenn nicht andre Urſachen darinn etwas ändern.

Verbeſſerungen.

Seite 5. Zeile 3 von unten ſtatt machen ließ annehmen

= 6. = 6 ſt. Niederſchlagen l. Niederſchlag.

= 17. = 7 ſt. ſehr gut recht l. recht ſehr gut.

= 26. = 8 ſt. Schwerrede l. Schwererde..

= 126. = 11 ſt. nachfolgender l. nachfolgende.

= 137. = 4 von unten ſt. den l. dem.

= 138. = 14 ſtreiche aus: er ſich.

= 15 l. unter welchem er ſich.

= 144. = 10 von unten, l. Cohäſion.

= 161. = 4 von. unten l. leichterer.

= 165. = 5 ſt. wolle l. wollen.

= 185. = 23 ſt. Säulen l. Säule.

= 191. = 22 ſt. Waßeer l. Waſſer.

= 25 ſt. ſeinen l. ſeinem.

= 209. = 7 von unten ſt. Peſec l. Peſce.

= 322. = 7 von unten ſt. denſelben l. demſelben.

= 375. = 16 u. 17 von unten l. Gravitationskraft.

= 389. = 5 ſt. den l. dem.

= 403. = 11 von unten ſt. Salzerden l. Salzarten.

= 405. = 7 von unten l. Cementkupfer.

= 415. = 3. ſt. den l. dem.

= 476. = 4 von unten ſt. dünnre l. dünnere.

= 482. = 15 ſt. divergirde l. divergirende.

= 486. = 7 von unten ſtreiche aus: dieſe.

= 487. = 15 von unten ſt. divergend l. divergirend.

= 503. = 14 von unten ſt. müßte l. müſſen.

= 543. = 8 ſt. der Geſetze l. den Ceſetzen.

= 570. = 13 von unten l. Amontons.

= 590. = 2 ſt. wahrnehmen l. wahrnahm.

= 599. = 4 u. 5 von unten l. Eindicken.

= 601. = 11 von unten ſt. jenen in dieſem l. jenem in dieſen.

= 608. = 9 ſt. eine ungleiche l. in einer ungleichen.

= 14 ſt. 42 l. 44.

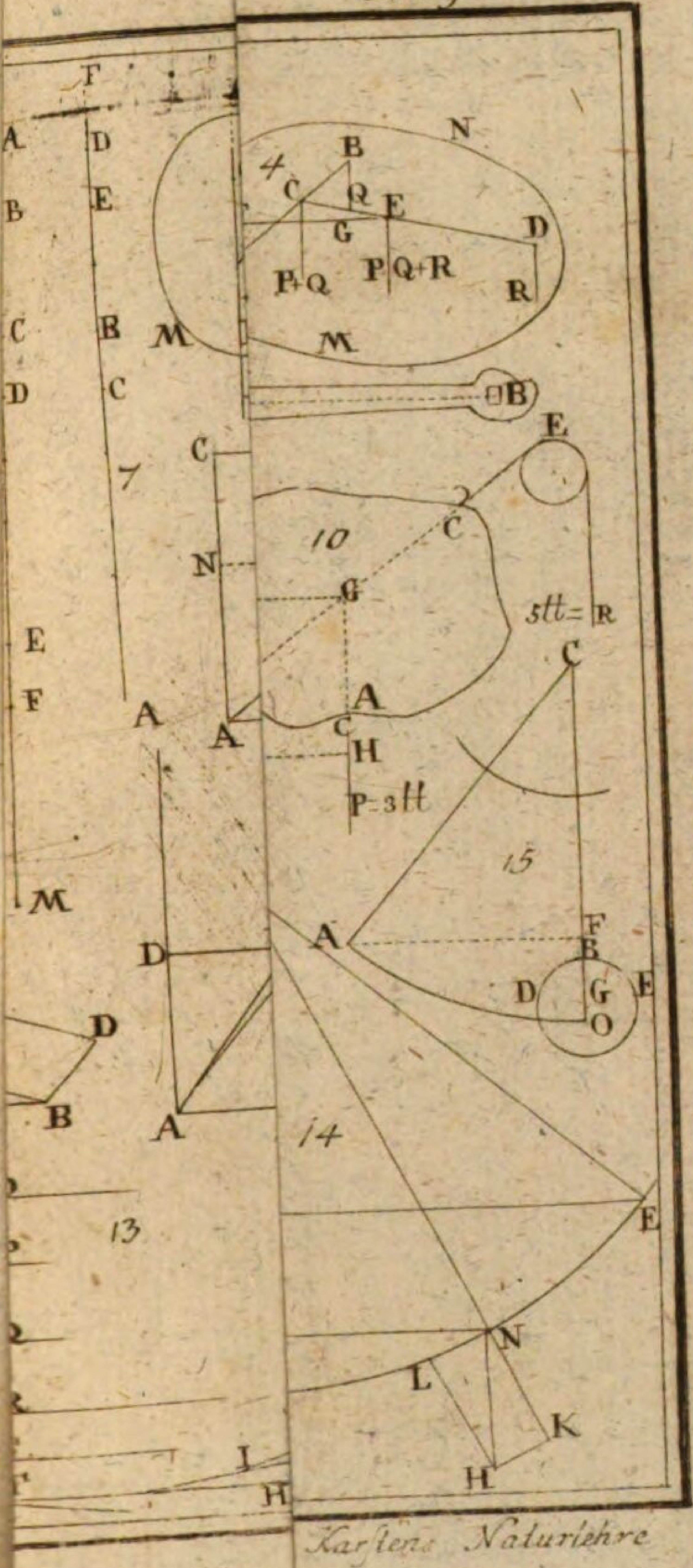
= 612. = 8 ſt. 0° l. 32°.

= 660. = 5 l. Lavoiſier.

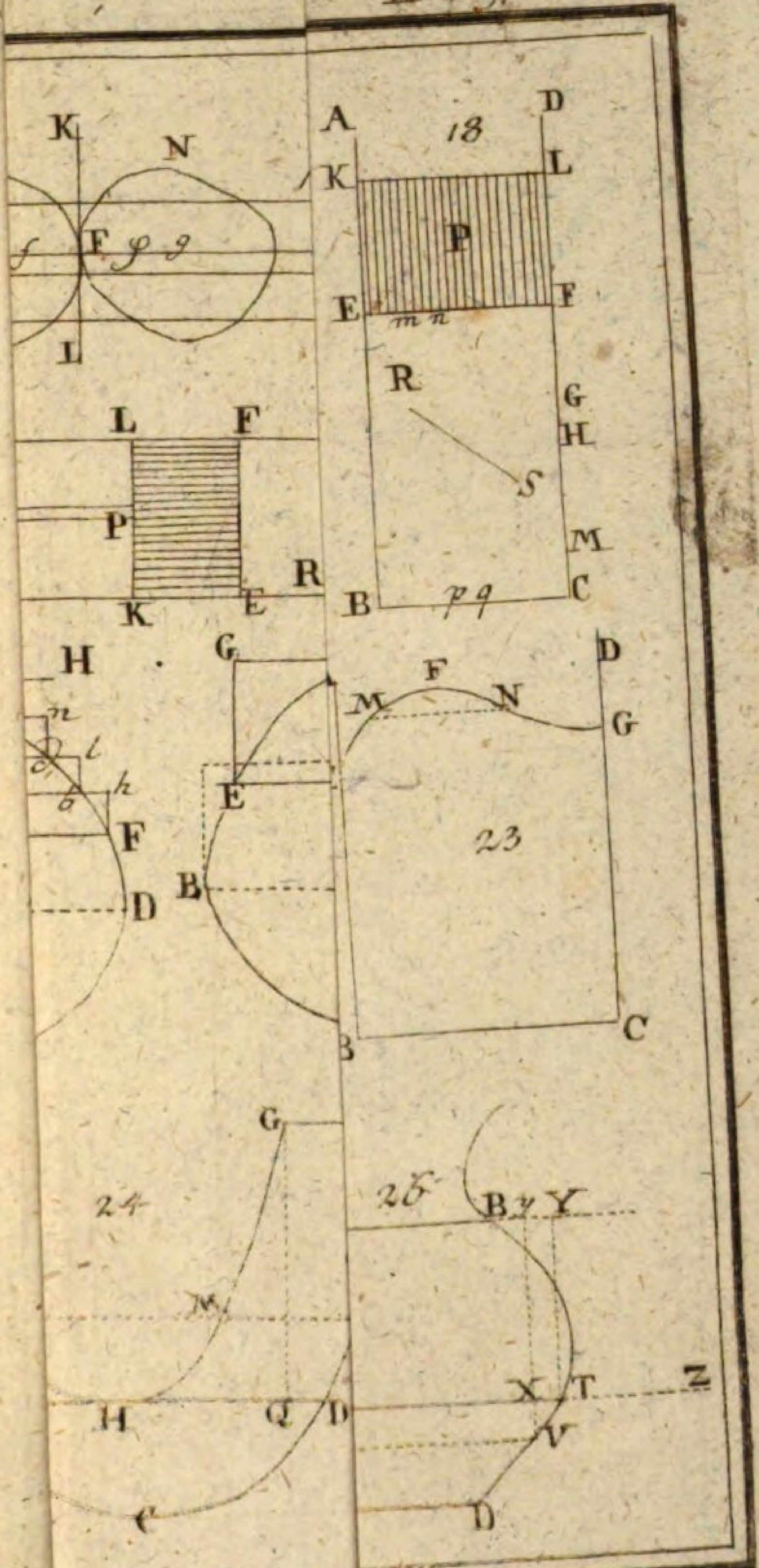
= 733. = 14 l. alcalinus.

= 748. = 12 von unten l. Taylerſchen.

= 768. = 11 ſt. Bonnets l. Bennets.

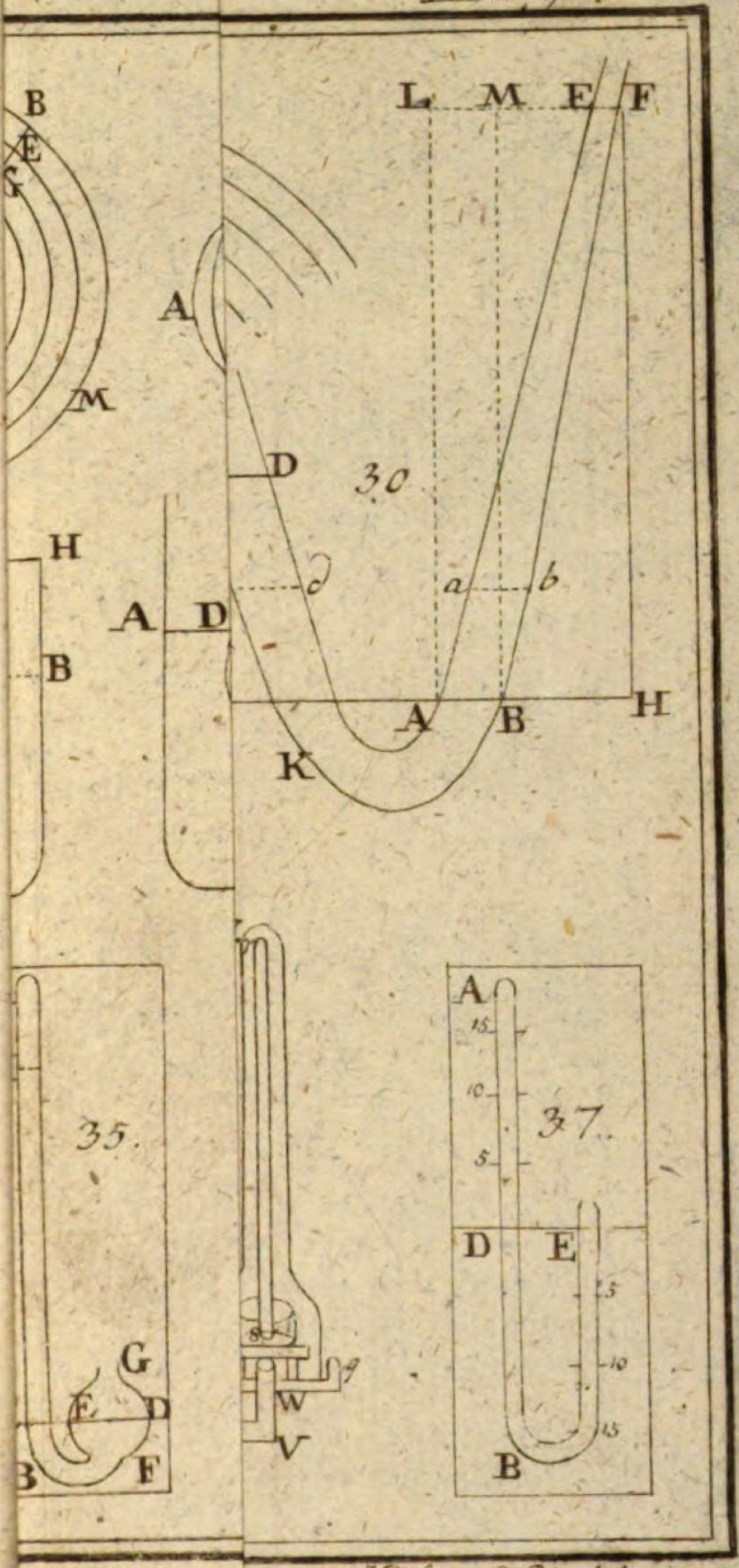

4
B
N
C
Q
E
G
D
P+Q
P
Q+R
R
M
M
B
E
C
7
10
C
N
G
5tt=
R
C
A
A
A
C
H
P=3tt
15
M
A
D
F
B
D
G
E
O
D
B
A
14
13
E
N
L
K
H
I
H

II. Tafel



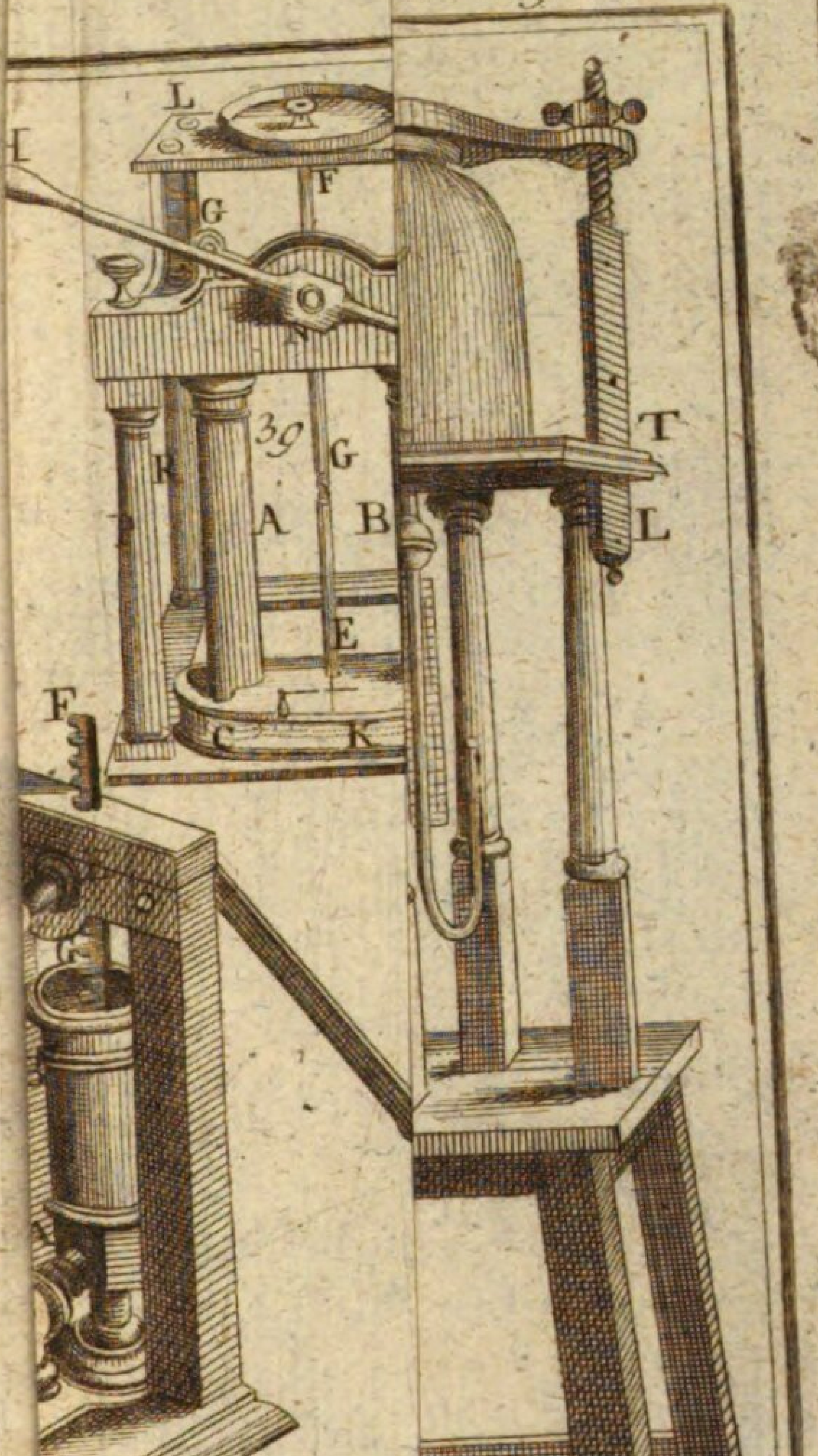
Naturlehre

III Tafel.



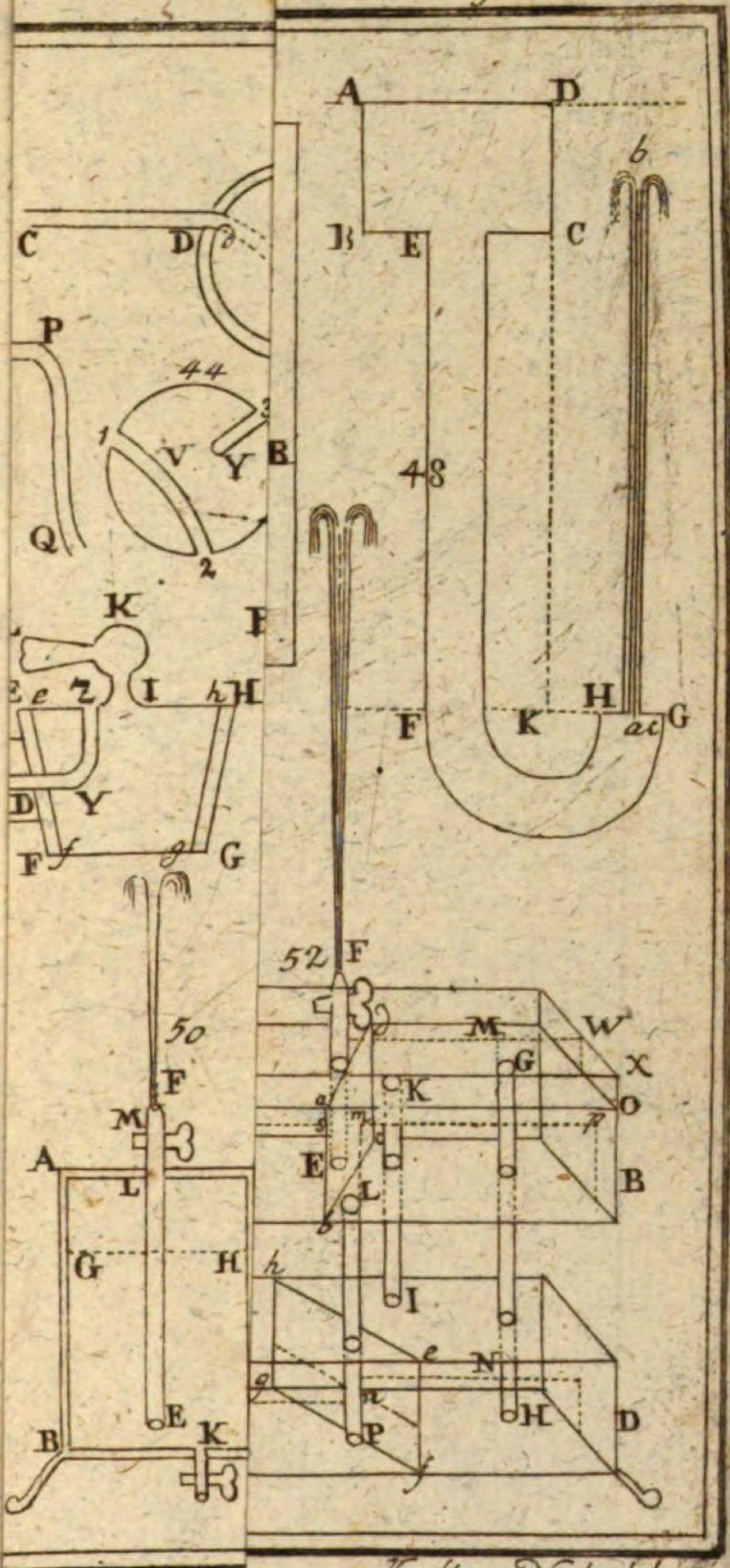
Karstens Naturlehre

IV. Tafel



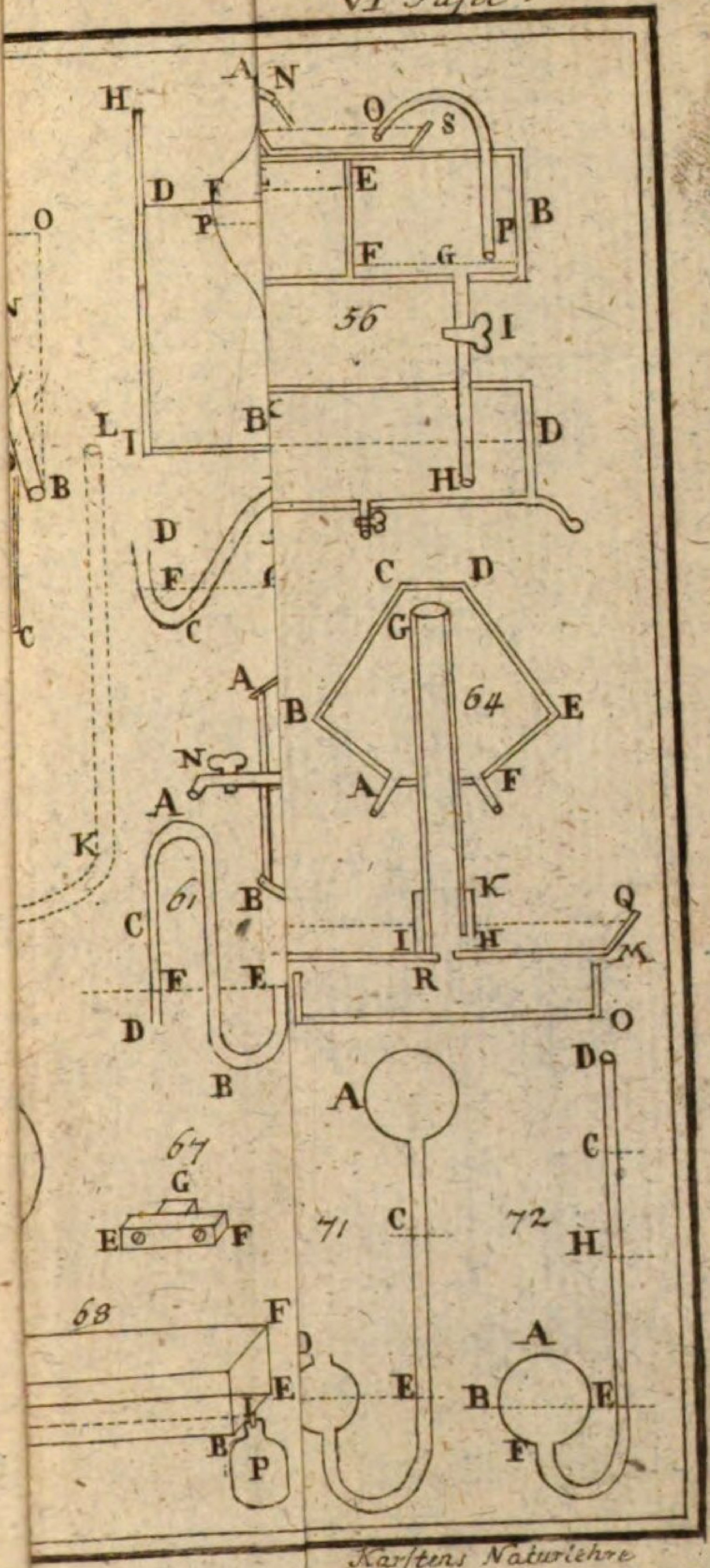
...rſtens Naturlehre

V. Tafel



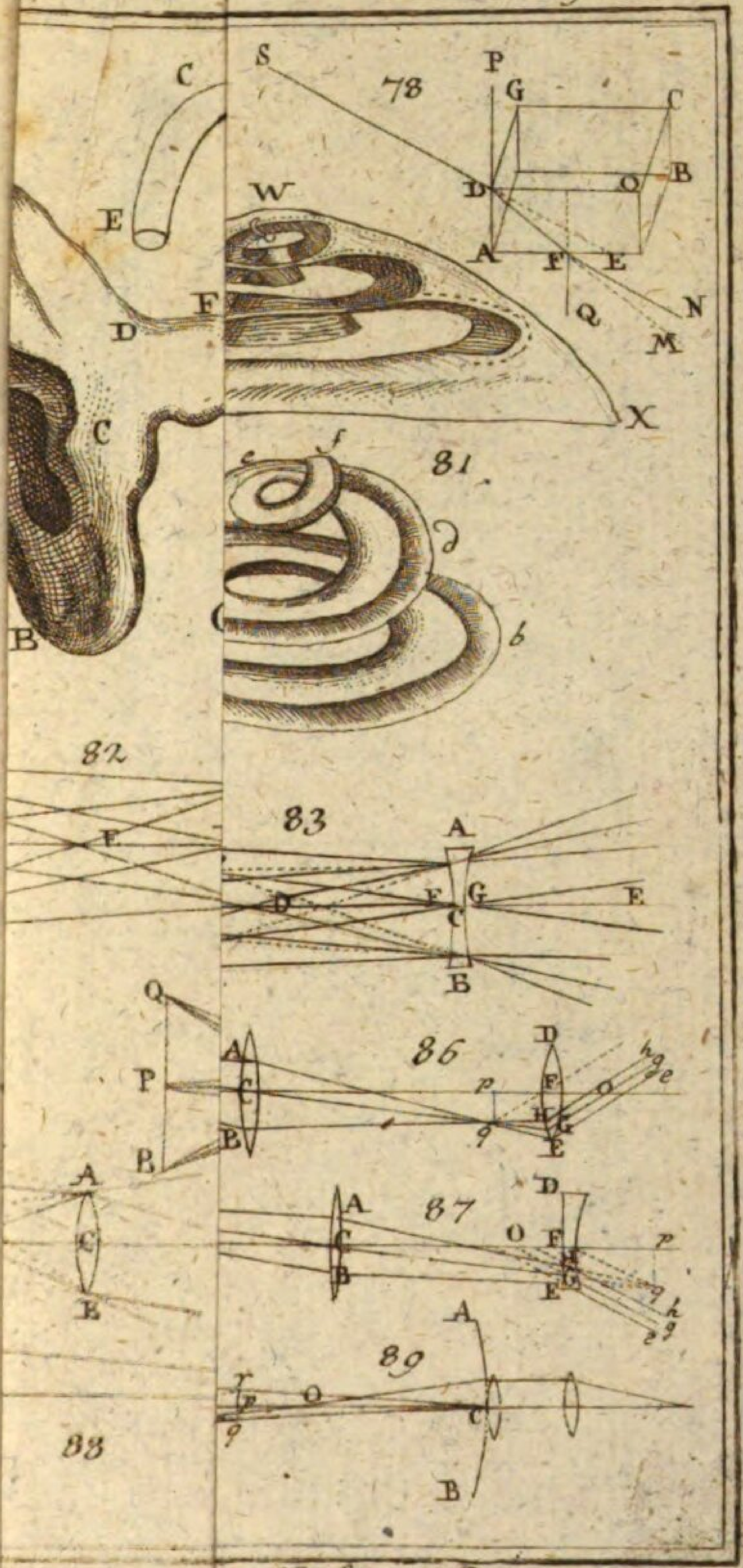
Karſtens Naturlehre

VI Tafel.

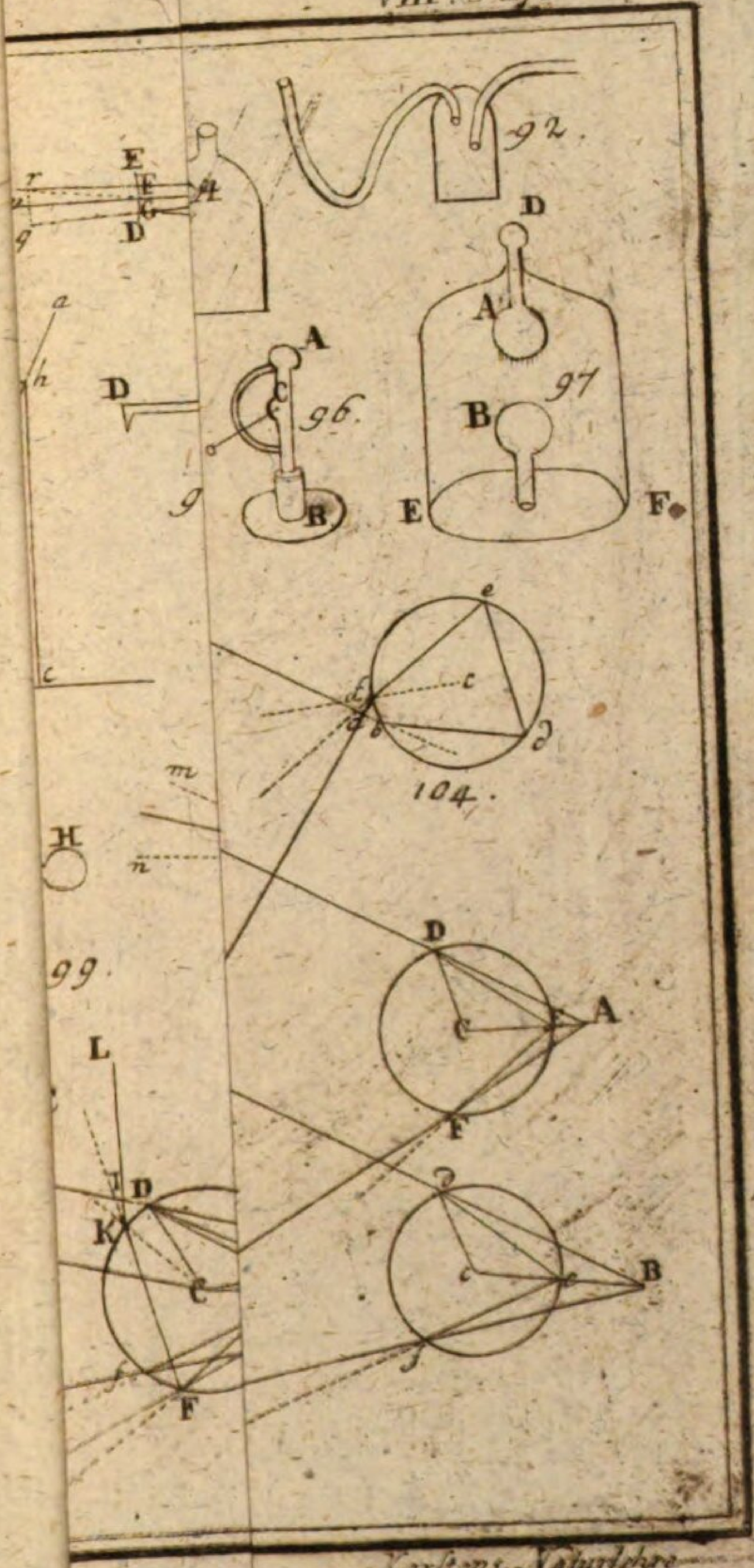


Karſtens Naturlehre

VII. Tafel



Karſtens Naturlehre


92.
96.
97
104.
99.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Karsten, Wenceslaus Johann Gustav,

Anfangsgründe der Naturlehre

Halle im Magdeburgischen 1790

Phys.g. 208
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131298-0
VD18 11062606